COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUIN 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie les deux pertes douloureuses qu'elle a faites depuis la séance du 20 juin dans la personne de M. *Ossian Bonnet*, Membre de la Section de Géométrie, décédé le 22 juin, et dans la personne de M. *Mouchez*, Membre de la Section d'Astronomie, décédé le 25 juin.

M. le Président s'exprime en ces termes :

» Messieurs,

» C'est une obligation douloureuse et rare d'avoir à vous annoncer la mort de deux Confrères décédés dans la même semaine. Vendredi dernier, nous assistions aux obsèques d'Ossian Bonnet, mathématicien, qui appartenait aussi au Bureau des Longitudes. Quelques heures plus tard s'éteignait le Directeur de notre Observatoire.

» Ernest-Amédée-Barthélemy Mouchez était l'un de ces braves marins qui promènent à travers les mers la douce influence et le drapeau de la France. Sa mort nous rappelle qu'il a fait pas à pas l'hydrographie de toute la côte brésilienne, et plus tard celle de la Tunisie. Appelé ensuite à continuer les travaux de Le Verrier en gouvernant l'Observatoire de Paris, il a conçu le projet d'une Carte photographique du ciel. Cette vaste entreprise a réuni les suffrages de tous les astronomes : ils y travaillent, un demi-million d'étoiles est déjà enregistré, et nos successeurs du siècle prochain citeront bien des fois le nom de l'amiral Mouchez qui, modeste autant que savant, n'a jamais songé à tirer gloire de sa grande idée. »

La séance est levée en signe de deuil.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *von Helmholtz* pour remplir la place d'Associé étranger laissée vacante par le décès de *dom Pedro d'Alcantara*. Il est donné lecture de ce Décret.

ÉQUILIBRE D'ÉLASTICITÉ. — *Des perturbations locales que produit au-dessous d'elle une forte charge, répartie uniformément le long d'une droite normale aux deux bords, à la surface supérieure d'une poutre rectangulaire et de longueur indéfinie posée de champ soit sur un sol horizontal, soit sur deux appuis transversaux équidistants de la charge;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. M. Carus Wilson, professeur à l'Université de Montréal, a publié dans le *Philosophical Magazine* de décembre 1891 de remarquables expériences optiques, à la lumière polarisée, sur les déformations intérieures que font naître, au-dessous de leur droite d'application, de fortes pressions verticales s'exerçant, tout le long d'un axe des y tiré suivant la largeur, à la surface supérieure horizontale, prise pour plan des xy, d'une petite *poutre* ou tige rectangulaire en verre de longueur indéfinie (suivant les x), supportée inférieurement tantôt par un cadre horizontal, tantôt par deux appuis transversaux, symétriquement placés à droite et à gauche du plan des yz. Ces expériences étaient bien de nature à appeler l'attention des mécaniciens-géomètres et des physiciens sur les perturbations locales produites au voisinage des fortes actions extérieures, dans les

solides élastiques allongés, et sur leur constatation par l'ingénieux procédé de Brewster, qui consiste à apprécier l'inégalité des deux dilatations élastiques principales, dans le plan de la flexion d'un fragment de verre, au moyen de la biréfringence corrélative de sa matière pour les rayons lumineux normaux au même plan.

» M. Flamant vient, en effet, de résoudre théoriquement le problème de ces déformations (*Comptes rendus*, p. 1465, 20 juin 1892), mais dans le cas plus simple d'une poutre indéfinie aussi suivant les z positifs, c'est-à-dire en épaisseur ou hauteur (non moins qu'en longueur), et, de plus, astreinte, par l'application de pressions ou de tractions normales N_y convenables, sur ses deux faces verticales, à n'éprouver dans toute son étendue que des déformations planes parallèles à ces faces, c'est-à-dire au plan des xz. Il y est parvenu en découpant, par la pensée, son prisme, de largeur restreinte suivant les y, dans un solide indéfini en tous sens sous le plan horizontal des xy et soumis, le long de l'axe des y, sur une grande longueur donnée l de chaque côté du plan des zx, à une pression normale uniforme P par unité de longueur; ce qui ramène la question à une autre, résolue depuis 1878 au moyen des potentiels logarithmiques.

» Je me propose ici : 1° d'étendre la solution de M. Flamant au cas où la pression, exercée uniformément sur la longueur $2l$, deviendrait oblique par l'adjonction, à sa composante normale $2Pl$, d'une composante tangentielle $2Fl$, parallèle aux x positifs; 2° d'indiquer comment les formules plus générales ainsi obtenues permettraient de restituer aux prismes expérimentés par M. Wilson, au lieu d'une hauteur théorique infinie, leur vraie dimension verticale h, du moins quand ils portent sur deux appuis situés à une distance donnée k de part et d'autre du plan des yz, et cela, par l'addition, aux pressions intérieures obtenues pour h infini, de parties correctives qui paraissent malheureusement devoir être bien compliquées; 3° enfin de montrer comment l'hypothèse simple de la variation linéaire de ces parties le long de l'axe des z, imaginée justement par sir Georges Stokes pour tenir quelque compte des vraies valeurs de h et de k, rend aussi possible de ramener empiriquement le cas de prismes libres sur leurs deux faces antérieure et postérieure, seul expérimenté, au cas théorique, seul résolu jusqu'à présent, de déformations planes parallèles à ces faces, c'est-à-dire aux zx.

» II. Dans le solide indéfini s'étendant, sous le plan des xy, depuis $z = 0$ jusqu'à $z = \infty$, l'on a, pour exprimer les déplacements élastiques u, v, w en tout point (x, y, z), situé à la distance r du point $(a, b, 0)$ de

la surface $z = 0$ où se trouve appliqué soit un élément quelconque dP de la pression extérieure donnée, normale (ou suivant les z), soit un élément dF de la traction extérieure également donnée, tangentielle (suivant les x), les formules respectives :

$$(1)\quad \begin{cases} (u, v) = -\dfrac{d}{d(x, y)}\left(z\dfrac{d\varphi}{dz} + \dfrac{\mu}{\lambda+\mu}\varphi\right), \qquad w = -z\dfrac{d^2\varphi}{dz^2} + \dfrac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\dfrac{d\varphi}{dz}, \\ \text{avec } \varphi = \dfrac{1}{4\pi\mu}\displaystyle\int \log(z+r)\,dP; \end{cases}$$

$$(2)\quad \begin{cases} (u, v) = -\dfrac{d}{d(x, y)}\left(z\dfrac{d^2\psi}{dx\,dz} + \dfrac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\dfrac{d\psi}{dx}\right) - 2\dfrac{d^2\psi}{d(y, -x)\,dy}, \quad w = -z\dfrac{d^3\psi}{dx\,dz^2} + \dfrac{\mu}{\lambda+\mu}\dfrac{d^2\psi}{dz\,dx}, \\ \text{avec } \psi = \dfrac{1}{4\pi\mu}\displaystyle\int [-r + z\log(z+r)]\,dF \ (^1). \end{cases}$$

» Or, ici où $a = 0$, $dP = P\,db$, $dF = F\,db$ et où b croît de $-l$ à l, il vient

$$(3)\quad \begin{cases} \varphi = \dfrac{P}{4\pi\mu}\displaystyle\int_{-l}^{l} \log\left[z + \sqrt{z^2 + x^2 + (b-y)^2}\right] db, \\ \psi = -\dfrac{F}{4\pi\mu}\displaystyle\int_{-l}^{l} \sqrt{z^2 + x^2 + (b-y)^2}\,db + \dfrac{F}{P}z\varphi. \end{cases}$$

» Il y a donc à obtenir deux intégrales, de la forme $\int \log(A + \sqrt{B^2 + \alpha^2})\,d\alpha$, $\int \sqrt{B^2 + \alpha^2}\,d\alpha$. Une intégration par parties, où l'on choisit α comme facteur intégré, les ramène aisément à d'autres comprises dans les types classiques; et l'on trouve, ainsi qu'il est facile de le vérifier par la différentiation,

$$(4)\quad \begin{cases} \displaystyle\int \log(A + \sqrt{B^2+\alpha^2})\,d\alpha = -\alpha + \alpha\log(A + \sqrt{B^2+\alpha^2}) + A\log(\alpha + \sqrt{B^2+\alpha^2}) \\ \qquad\qquad + 2\sqrt{B^2 - A^2}\,\text{arc tang}\,\dfrac{A + \alpha + \sqrt{B^2+\alpha^2}}{\sqrt{B^2 - A^2}} + \text{const.}, \\ \displaystyle\int \sqrt{B^2+\alpha^2}\,d\alpha = \frac{\alpha}{2}\sqrt{B^2+\alpha^2} + \frac{B^2}{2}\log(\alpha + \sqrt{B^2+\alpha^2}) + \text{const.}, \end{cases}$$

formules dans la première desquelles les deux radicaux $\sqrt{B^2 - A^2}$ doivent être pris en valeur absolue, ou, ce qui donnera ci-après le même résultat, tous deux avec signe pareil soit positif, soit négatif. En faisant enfin $A = z$, $B^2 = z^2 + x^2$, $\sqrt{B^2 - A^2} = x$, $\alpha = b - y$, et appelant, pour abréger, r', r'' les deux distances $\sqrt{z^2 + x^2 + (l \mp y)^2}$ du point (x, y, z) aux deux

---

(1) Voir, par exemple, les pages 77 et 184 de mon volume de 1885, *Sur l'application des potentiels à l'équilibre et au mouvement des solides élastiques.*

extrémités $y = l$, $y = -l$ de la droite d'application des actions données, il vient, pour les valeurs (3) de φ et de ψ,

$$(5)\quad \begin{cases} \varphi = \dfrac{P}{4\pi\mu}\Big[-2l + (l-y)\log(z+r') + (l+y)\log(z+r'') \\ \qquad + z\log\dfrac{(l-y+r')(l+y+r'')}{z^2+x^2} + 2x\Big(\operatorname{arctg}\dfrac{z+l-y+r'}{x} - \operatorname{arctg}\dfrac{z-l-y+r''}{x}\Big)\Big], \\ \psi = -\dfrac{F}{8\pi\mu}\Big[(l-y)r' + (l+y)r'' + (z^2+x^2)\log\dfrac{(l-y+r')(l+y+r'')}{z^2+x^2}\Big] + \dfrac{F}{P}z\varphi, \end{cases}$$

ou, vu qu'on se bornera aux valeurs de x, y, z finies, c'est-à-dire très petites par rapport à l, ce qui permet de réduire $(l-y)r'$, $(l+y)r''$ à $(l\mp y)^2 + \frac{1}{2}(z^2+x^2)$, r', r'' à $l\mp y$, $\log(z+r')$ et $\log(z+r'')$ à $\log l + \dfrac{z\mp y}{l}, \ldots$, enfin, les deux arcs tangentes figurant dans (5) à $\dfrac{\pi}{2}$ et à $\operatorname{arc\,tang}\dfrac{z}{x}$,

$$(6)\quad \begin{cases} \varphi = \dfrac{P}{2\pi\mu}\Big(l\log\dfrac{l}{e} + z + \dfrac{z}{2}\log\dfrac{4l^2}{z^2+x^2} + x\operatorname{arc\,tang}\dfrac{x}{z}\Big), \\ \psi = \dfrac{F}{4\pi\mu}\Big[-l^2 + 2\Big(l\log\dfrac{l}{e}\Big)z + \dfrac{z^2-x^2}{2}\log\dfrac{4l^2}{z^2+x^2} + \dfrac{z^2-x^2}{2} + z^2 - y^2 + 2xz\operatorname{arc\,tg}\dfrac{x}{z}\Big]. \end{cases}$$

» Il en résulte pour les déplacements (1), (2) et, par suite, pour les composantes principales N_x, T_y, N_z entrant dans les pressions que supportent les éléments superficiels normaux au plan de symétrie des déformations, c'est-à-dire au plan des xz, les formules respectives :

$$(7)\quad \begin{cases} u = \dfrac{P}{2\pi\mu}\Big(\dfrac{xz}{x^2+z^2} - \dfrac{\mu}{\lambda+\mu}\operatorname{arc\,tg}\dfrac{x}{z}\Big), \quad v = 0, \quad w = \dfrac{P}{2\pi\mu}\Big(\dfrac{z^2}{x^2+z^2} + \dfrac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\log\dfrac{2l}{\sqrt{x^2+z^2}}\Big); \\ (N_x, T_y, N_z) = -\dfrac{2P}{\pi}\dfrac{z}{x^2+z^2}\dfrac{(x^2, xz, z^2)}{x^2+z^2}; \end{cases}$$

$$(8)\quad \begin{cases} u = \dfrac{F}{2\pi\mu}\Big(\dfrac{x^2}{x^2+z^2} - \dfrac{\mu}{\lambda+\mu} + \dfrac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\log\dfrac{2l}{\sqrt{x^2+z^2}}\Big), \quad v = 0, \quad w = \dfrac{F}{2\pi\mu}\Big(\dfrac{xz}{x^2+z^2} + \dfrac{\mu}{\lambda+\mu}\operatorname{arc\,tg}\dfrac{x}{z}\Big); \\ (N_x, T_y, N_z) = -\dfrac{2F}{\pi}\dfrac{x}{x^2+z^2}\dfrac{(x^2, xz, z^2)}{x^2+z^2}. \end{cases}$$

» III. Dans les deux cas, $v = 0$ et u, w sont indépendants de y; ce qui montre que les formules obtenues représentent des déformations planes où l'action mutuelle des feuillets parallèles aux zx se réduit évidemment à sa composante normale

$$(9)\qquad N_y = \lambda\theta = \text{soit } -\frac{\lambda}{\lambda+\mu}\frac{P}{\pi}\frac{z}{x^2+z^2}, \quad \text{soit } -\frac{\lambda}{\lambda+\mu}\frac{F}{\pi}\frac{x}{x^2+z^2}.$$

» Un ensemble quelconque de ces feuillets constitue donc un prisme, de largeur finie suivant les y, soumis le long de l'axe des y, par unité de cette largeur, à la pression normale P ou à la traction tangentielle F, et susceptible enfin d'être isolé du reste du solide indéfini, pourvu qu'on exerce sur ses deux faces parallèles aux xz les actions normales (9) par unité d'aire.

» Les formules (7) et (8) de N_x, T_y, N_z déterminent, comme on sait, la force élastique supportée par tout élément plan parallèle à l'axe des y. Or, dans les cas, tant de la pression normale P que de la traction tangentielle F et, par suite, de l'action simultanée de P et de F, ces formules donnent $N_x N_z = T_y^2$, avec proportionnalité de T_y, N_z à x et à z. Cela implique l'absence complète de pressions sur les plans menés suivant l'axe des y, ou sur les deux faces de tout *coin* matériel infiniment aigu ayant pour arête cet axe; de sorte que l'équilibre de la partie d'un tel coin, comprise entre deux plans sécants quelconques parallèles aux y, entraîne l'égalité, avec parallélisme à ses faces, des deux forces élastiques totales exercées sur ses sections par ces plans. On en déduit aisément que la pression sollicitant (par unité de largeur normale aux zx) un élément superficiel quelconque, parallèle à l'axe des y et vu de cet axe sous un angle $d\alpha$, est simplement le produit de $\frac{2d\alpha}{\pi}$ par la projection, sur la droite qui émane normalement de l'axe des y vers l'élément superficiel, de l'action extérieure donnée P, F, ou composée de P et de F. Il faut toutefois excepter les éléments plans très voisins de l'axe des y, ou appartenant à la région dont les distances à cet axe sont comparables à la petite largeur, négligée ici, de la bande d'application des actions extérieures; car l'étude des détails qui s'y passent exigerait évidemment la mise en compte de cette largeur.

» Sous la droite Oy d'application de la pression normale P, c'est-à-dire pour $x = 0$, les formules (7) donnent, aux profondeurs z sensibles, $N_x = 0$, $T_y = 0$, $N_z = -\frac{2P}{\pi z}$, et la biréfringence temporaire de la matière pour les rayons lumineux dirigés suivant les y, proportionnelle à la déformation élastique dans le plan des zx, ou à la différence des deux pressions principales correspondantes N_x, N_z, l'est au quotient $\frac{P}{z}$, c'est-à-dire qu'elle se trouve en raison directe de la pression P exercée par unité de largeur et en raison inverse de la distance z à sa droite d'application.

» IV. Nous bornant encore à ce cas de la pression normale P, isolons dans le solide une poutre ou un prisme de hauteur finie h, en menant

le plan horizontal $z = h$. La matière sous-jacente devra, pour que l'équilibre subsiste, continuer à exercer sur ce plan, d'après les deux dernières formules (7), des pressions dirigées partout vers l'axe des y et ayant (par unité d'aire) les composantes respectives, suivant les x et les z, $-\frac{2Ph^2}{\pi}\frac{(\xi, h)}{(h^2+\xi^2)^2}$, si l'on convient d'appeler ξ l'abscisse x pour les points de la base inférieure. Or on conçoit qu'un sol horizontal d'un degré convenable de rugosité et de dureté, sur lequel reposerait la poutre, puisse exercer de telles pressions, et qu'il en soit à peu près de même d'un sol résistant quelconque, ou d'un cadre soutenant les poutres sur toute la longueur et une notable partie de la largeur de leurs bases inférieures, abstraction faite toutefois de perturbations inévitables dans les couches des prismes les plus basses, à raison du vide central du cadre, ou encore d'autres circonstances. On doit donc pouvoir appliquer les formules (7) de N_x, T_y, N_z à la presque totalité d'un prisme de hauteur finie, posé sur un sol horizontal ou sur un cadre.

» V. Mais il n'en est plus de même quand il n'y a sous la poutre que deux supports sans frottement, parallèles à l'axe des y et distants de $2k$, c'est-à-dire ayant pour abscisses $\xi = \pm k$. Alors, en effet, la pression qu'éprouve la base inférieure est verticale et égale à $\frac{1}{2}P$ (par unité de largeur de la poutre) le long des supports, c'est-à-dire le long des deux droites $\xi = \pm k$, tandis qu'elle est nulle ailleurs, au lieu de se trouver partout dirigée vers l'axe des y et pourvue des deux composantes finies par unité d'aire données ci-dessus. Donc, pour passer de l'état physique représenté par les formules (7) à l'état réel, il faut superposer au mode d'équilibre (7) un second mode d'équilibre où la base supérieure du prisme serait libre, mais où la base inférieure, soumise à des actions sans résultante statique, éprouverait les deux pressions de bas en haut $\frac{1}{2}P$ (par unité de largeur du prisme), le long des deux droites $\xi = \pm k$, et, en même temps, sur toute sa surface, des tractions obliques égales et contraires à celles qu'y donnent (7), c'est-à-dire ayant sur toute bande d'abscisse ξ et de largeur $d\xi$, par unité de longueur dans le sens des y, les deux composantes respectives

$$(10) \qquad \mathcal{F} = \frac{2Ph^2\xi\,d\xi}{\pi(h^2+\xi^2)^2}, \qquad \mathcal{Q} = -\frac{2Ph^3\,d\xi}{\pi(h^2+\xi^2)^2},$$

suivant les x positifs et les z négatifs (ou vers l'intérieur du prisme).

» Or, si l'on suppose *pour un instant* le prisme indéfini en hauteur *à partir de sa base inférieure*, les relations (7) et (8) permettront d'obtenir les formules de ce *mode correctif* d'équilibre. Il n'y aura, pour cela, qu'à transporter successivement l'origine sur toutes les bandes transversales de

la base inférieure (après avoir renversé le sens des z positifs), à remplacer P, F par $\frac{1}{2}$P et par zéro sur les deux bandes d'abscisses $\pm\xi$, mais par les expressions (10) de $\mathfrak{P}$ et de $\mathfrak{F}$ sur toutes les autres, enfin, à superposer les valeurs respectives de u, v, w, N_x, T_y, N_z, ainsi obtenues (pour chaque point matériel du prisme) quand ξ varie de $-\infty$ à ∞. Les deux sommes $\frac{1}{2}P+\frac{1}{2}P+\Sigma\mathfrak{P}$, $\Sigma\mathfrak{F}$ étant évidemment nulles [1], les valeurs totales de u, v, w, N_x, T_y, N_z ne correspondront qu'à des perturbations locales; et elles s'évanouiront sensiblement un peu loin de la région comprise entre les deux appuis $\xi=\pm k$ et la droite d'application de la pression effective P. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de la fonction de l'acide camphorique;* par M. A. **Haller.**

« Dans son beau travail sur les acides camphorique et isocamphorique, M. Friedel a remis en question la fonction et la constitution de l'acide camphorique ordinaire.

» Reprenant, sous une forme plus précise, une idée déjà émise par M. Weyl et M. Berthelot, M. Friedel attribue à cette molécule la triple fonction acide carboxylé, cétone et alcool, et le représente par la formule I, tandis que la plupart des auteurs qui se sont occupés de ce corps, le considèrent comme un acide dicarboxylé (formule II). Les divergences ne portent que sur la constitution du noyau C^8H^{14}.

COOH
|
COH
H^2C — CO
H^2C — CH^2
CH
|
C^3H^7

$C^8H^{14} < \begin{matrix} COOH \\ COOH \end{matrix}$

(1) On le vérifie d'ailleurs au moyen des valeurs (10) de $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{F}$, qui, intégrées, donnent

$$\sum\mathfrak{P}=-\frac{Ph^2}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{2h\,d\xi}{(h^2+\xi^2)^2},\qquad \sum\mathfrak{F}=\frac{Ph^2}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{2\xi\,d\xi}{(h^2+\xi^2)^2}.$$

La seconde intégrale, ayant sous le signe $\int$ une fonction impaire de ξ, s'annule identiquement, et la première s'obtient par la différentiation en h de la formule évidente $\int_{-\infty}^{\infty}\frac{d\xi}{h^2+\xi^2}=\frac{1}{h}\left(\text{arc tang}\frac{\xi}{h}\right)_{-\infty}^{\infty}=\frac{\pi}{h}$. Il vient bien ainsi $\Sigma\mathfrak{P}=-P$, $\Sigma\mathfrak{F}=0$.

» De nombreux faits militent en faveur de cette manière de voir. Les dérivés auxquels l'acide camphorique donne naissance, ont, en effet, beaucoup d'analogie avec ceux qui se rattachent aux acides succinique et phtalique.

» La propriété que possède l'acide camphorique, de se comporter à l'égard de l'acide sulfurique comme les acides glycolique, lactique, citrique, etc., propriété invoquée par M. Friedel, permet au contraire de le rapprocher de ces derniers composés.

» Ajoutons que la facilité avec laquelle les sels alcalins des camphorates acides de bornyle [1] sont décomposés, en solution aqueuse, par l'acide carbonique, milite aussi en faveur de l'hypothèse d'une fonction alcool.

» La fonction de l'acide hydroxycamphocarbonique $C^{11}H^{18}O^4$ [2], homologue supérieur de l'acide camphorique, paraissant liée à celle de ce composé, nous avons cherché à fixer, par un ensemble de réactions, chacune des fonctions supposées à ce dernier acide par la nouvelle formule.

» Les essais ont été faits en partant des éthers méthyliques neutre et acide [3], que nous avons préparés en suivant la méthode employée par M. Friedel pour obtenir les éthers éthyliques.

» Par éthérification directe, au moyen d'un courant de gaz chlorhydrique, d'une solution d'acide camphorique dans l'alcool méthylique, on obtient un mélange d'éther acide et d'éther neutre. La quantité de ce dernier varie avec la durée de contact et aussi avec la température à laquelle on opère, remarque qui a d'ailleurs été faite également par M. Brühl.

» La production de cet éther neutre, dans ces conditions, n'est pas en contradiction avec l'hypothèse de M. Friedel, car on sait que la phloroglucine et d'autres phénols peuvent s'éthérifier dans les mêmes circonstances.

» L'*éther acide*, isolé du mélange, cristallise au sein d'un mélange

---

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CX, p. 580.

(2) A. Haller, *Thèse de la Faculté des Sciences*, Paris, 1879.

(3) Ces composés, dont l'un seul, l'éther obtenu par éthérification directe (Loir, *Ann. Chim. et Phys.*, 3e série, t. XXXVIII, p. 483), était connu avant nos recherches, ont été sommairement décrits dans les *Archives des Sciences naturelles de Genève*, 13 mai 1892, et dans la *Revue des Sciences*, de M. L. Olivier, du 30 avril 1892.

M. Brühl, qui n'a sans doute pas eu connaissance de notre travail, vient d'en faire la description dans le dernier *Bulletin de la Société chimique de Berlin*, p. 1796.

d'éther et d'éther de pétrole, en gros cristaux ou en losanges, solubles dans l'alcool, le benzène, le toluène, la ligroïne, les alcalis et les carbonates alcalins.

» Le *camphorate neutre de méthyle* se présente sous la forme d'une huile épaisse distillant à 146°-150° sous une pression de 10^{mm} de mercure et à 175° sous une pression de 65^{mm}. On peut aussi le préparer en chauffant à 100°, dans un tube scellé, un mélange de camphorate acide de méthyle, de méthylate de soude et d'iodure de méthyle. L'éthérification n'est toutefois pas totale, il reste toujours de l'acide non transformé.

» En chauffant cet éther neutre avec la quantité équivalente de potasse alcoolique, on obtient le sel de potasse de l'éther acide de saponification.

» Le *camphorate acide de saponification* cristallise au sein de l'éther de pétrole en beaux prismes blancs et brillants, solubles dans l'alcool, l'esprit-de-bois, l'éther et les alcalis.

» L'eau bouillante le dissout également sans le décomposer et l'abandonne sous la forme de longues aiguilles aplaties et striées.

» Ces deux éthers acides diffèrent nettement l'un de l'autre par leur point de fusion et leur pouvoir rotatoire moléculaire.

	P. f.	P. r. m.
Camphorate acide de méthyle d'éthérification........	75-76	$(\alpha)_D = +51°.52$
Camphorate acide de méthyle de saponification.......	85-86	$(\alpha)_D = +43.55$
Camphorate neutre de méthyle.....................	·	$(\alpha)_D = +44.40$

» Tous ces éthers chauffés avec les alcalis régénèrent de l'acide camphorique. Cette propriété de l'éther de saponification n'est pas en contradiction avec la fonction attribuée à l'acide camphorique, le dinitroanisol et les éthers picriques se comportant de la même façon. De plus, M. Claisen vient de montrer (¹) qu'une nouvelle classe d'éthers, les éthers oxyméthyléniques de la forme

$$RCOCR = CHOC^2H^5$$

sont facilement saponifiés par la potasse alcoolique.

» La formule de l'acide camphorique, préconisée par M. Friedel, fait de cette molécule un acide β-cétonique; or on sait que les éthers de ces sortes d'acides se condensent facilement avec la phénylhydrazine pour donner naissance à des pyrazolones. La camphorate acide de méthyle d'éthérifica-

---

(¹) *Ber. deuts. chem. Ges.*, t. XXV, p. 1784.

tion chauffé avec $C^6H^5AzH\,AzH^2$ devait donc fournir une pyrazolone hydroxylée, comme l'indique l'équation

$$\begin{array}{ccc} & COOCH^3 & \\ & | & \\ & COH & \\ H^2C & & CO \\ H^2C & & CH^2 \\ & CH & \\ & | & \\ & C^3H^7 & \end{array} + C^6H^5Az\,H\,Az\,H^2 = \begin{array}{ccc} & CO - Az\text{-}C^6H^5 & \\ & | \qquad\quad | & \\ & COH \qquad | & \\ H^2C & & C{=}Az \\ H^2C & & CH^2 \\ & CH & \\ & | & \\ & C^3H^7 & \end{array} + CH^3OH.$$

» Quand on chauffe à 150°-160°, en tube scellé, ce camphorate avec l'hydrazine, il y a en effet réaction. Il se forme une huile épaisse, colorée, qui dégage un gaz à odeur de méthylamine. Cette huile, traitée par un mélange d'éther et de ligroïne, abandonne au bout de quelque temps des grains, cristallins et brillants, d'un corps dont la composition répond à celle de la pyrazolone cherchée. Purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool, ce dérivé se présente sous la forme de beaux cristaux fondant à 119° et dont le pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_D = +16°,41$. Mais, bien qu'ayant la composition de la pyrazolone, ce composé n'en possède point la fonction. Il est insoluble dans les alcalis et ne donne pas de réaction colorée avec le perchlorure de fer.

» Sa fonction et sa constitution sont sans doute analogues à celles des α phtalylphénylhydrazine et succinylphénylhydrazine obtenues par M. B. Hötte ([1]) en traitant les anhydrides phtalique et succinique par de la phénylhydrazine. Il aurait alors la formule

$$C^8H^{14}\begin{array}{c}\diagup CO \diagdown \\ \diagdown CO \diagup\end{array} Az\,AzH\,C^6H^5,$$

ce qui conduirait à considérer l'acide camphorique comme un acide dicarboxylique.

» La production de ce même dérivé au moyen de l'anhydride camphorique et de la phénylhydrazine, par MM. Friedel et A. Combes (communication particulière), semble confirmer notre manière de voir.

» En faisant agir de la phénylhydrazine sur du camphorate neutre de méthyle, à une température ne dépassant pas 100°, il n'y a aucune réaction.

([1]) *Journ. f. pr. Chem.*, t. XXXV, p. 265.

» M. Brühl (*loc. cit.*) a fait la même observation et MM. Friedel et Combes, en opérant sur le camphorate neutre de méthyle sont, arrivés au même résultat.

» En portant la température du mélange à 150°-160°, on obtient un produit coloré en rouge foncé, dégageant une odeur de méthylamine et duquel il a été impossible d'isoler un corps bien défini.

» Parmi les réactions mises à profit pour caractériser la fonction alcool d'un composé, on emploie particulièrement celles des chlorures ou des anhydrides acides et celle du carbonyle; M. Anschutz a démontré que, en chauffant l'acide camphorique avec les chlorures d'acétyle et de benzoyle, on n'obtient que de l'acide camphorique anhydre.

» Nos essais ont porté sur le camphorate acide de méthyle d'éthérification, c'est-à-dire sur l'éther dans lequel la fonction alcool supposée se trouve encore libre.

» Le chlorure de benzoyle ne réagit pas à froid sur ce composé, mais, si l'on chauffe légèrement, la réaction s'effectue avec dégagement d'un gaz et formation d'anhydride camphorique et d'acide benzoïque.

» Cet insuccès nous a conduit à essayer la méthode d'éthérification de MM. Schotten et Baumann [1].

» Du camphorate acide de méthyle d'éthérification, dissous dans la soude caustique, fut agité avec un excès de chlorure de benzoyle. Quand on ne perçoit plus l'odeur de chlorure, on épuise le liquide avec de l'éther et l'on décante. La solution éthérée abandonne, par évaporation, une huile dont la quantité varie avec l'opération et qui possède encore l'odeur de chlorure de benzoyle. Après purification, ce corps distille entre 270° et 315° sous une pression de 80^{mm}.

» Il est très réfringent, insoluble dans les alcalis et donne, à l'analyse, des nombres se rapprochant de ceux d'un dérivé benzoylé du camphorate acide de méthyle.

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Théorie pour $C^{18}H^{22}O^{4}$.
C pour 100..........	68,50	67,92	67,92
H »	6,37	6,16	6,91

» Nous nous proposons de revenir sur ce composé.

» Dans une prochaine Communication nous étudierons d'autres dérivés de l'acide camphorique. »

---

(1) *Deutsch. chem. Ges.*, t. XVII, p. 2545; t. XIX, p. 3218.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la présence et la nature de la substance phylacogène dans les cultures liquides ordinaires du* Bacillus anthracis. Note de M. **Arloing.**

« Je me propose d'aborder, dans cette Note, deux points relatifs à l'immunisation contre le charbon par les produits de culture du *Bacillus anthracis,* savoir : 1° la manière de montrer le pouvoir vaccinant de la partie liquide d'une culture achevée; 2° la détermination du groupe des substances solubles où se trouve contenue la matière phylacogène.

» J'entretiens l'Académie de mes travaux sur ces sujets, parce qu'ils m'ont fourni des résultats plus nets et plus décisifs que ceux publiés jusqu'à ce jour.

» I. On sait, en effet, que l'on a très imparfaitement réussi à conférer l'immunité avec les cultures filtrées du *Bacillus anthracis*. Plusieurs expérimentateurs, tels que M. Bouchard, MM. Roux et Chamberland, ont échoué dans leurs tentatives avec des cultures ordinaires. D'autres, tels que MM. Woolrige et W. Petermann, disent avoir réussi, mais avec des cultures faites dans des milieux spéciaux. Le premier avait cultivé le bacille dans des extraits de thymus et de testicule de veau; le second, dans du sérum de bœuf.

» Des expériences faites par M. Roger, en 1889, ont démontré la réalité d'une matière vaccinante dans les cultures de charbon; mais, d'après l'auteur, cette matière ne serait pas soluble ou bien serait fixée par la chaleur dans l'intérieur des cadavres des bactéridies.

» Mes recherches ont eu pour but de démontrer que les cultures du *Bacillus* ordinaire renferment aussi des matières solubles vaccinantes.

» Je me suis laissé guider, dans mes recherches, par la connaissance des propriétés rétentives des filtres minéraux pour les substances solubles des cultures que l'on fait passer à travers leur épaisseur pour les séparer des microbes, propriétés dont j'ai entretenu l'Académie récemment (voir *Comptes rendus* du 20 juin 1892).

» Partant de cette connaissance, j'ai supposé que la filtration sur porcelaine, couramment usitée pour obtenir la partie liquide des cultures à l'état de pureté, diminuait la proportion des substances vaccinantes au point de nuire à la manifestation de leurs effets. Aussi ai-je résolu de séparer les bacilles du bouillon de culture sans me servir du filtre Chamberland.

» Pour y parvenir, j'ai pris d'anciennes cultures faites dans un grand volume de bouillon, à l'intérieur de matras considérables. Sous l'influence de repos prolongé, les bacilles s'étaient déposés, sous forme d'un feutrage, au fond des ballons ; une couche épaisse de bouillon de culture limpide les surmontait. J'ai alors introduit dans le ballon, en évitant de lui imprimer des ébranlements, un siphon stérilisé, disposé d'une manière particulière. Les deux branches, garnies de coton tassé et stérilisé sur une grande longueur, étaient réunies par un tube de caoutchouc. La branche extérieure, à peine plus longue que la branche intérieure, se terminait par une pointe effilée. Tout cela dans le triple but de décanter le liquide lentement, sous une aspiration minime, et de faire en sorte que les rares bacilles qui pourraient être entraînés fussent retenus dans les mailles étroites des tampons de coton.

» Après ce premier siphonnement, le bouillon de culture est mis à décanter dans une longue éprouvette conservée au frais pendant vingt-quatre heures. On l'en retire par un second siphonnement semblable au premier.

» Par ce procédé, j'ai obtenu, dans ce cas particulier, du bouillon de culture absolument débarrassé des bacilles charbonneux et non spolié d'une partie des substances microbiennes qu'il tient en dissolution comme il l'aurait été fatalement par le filtre Chamberland.

» Or, avec ce bouillon de culture en possession de tous les produits microbiens qu'il avait reçus, j'ai parfaitement conféré l'immunité à de jeunes brebis, soit par une seule et abondante injection intra-veineuse, soit par une série d'injections sous-cutanées (cinq) de 10^{cc} chacune, résultat que je n'avais jamais obtenu dans plusieurs expériences antérieures où j'avais inoculé des cultures filtrées à travers la porcelaine dégourdie.

» II. Ce fait une fois bien établi, je pouvais entreprendre de déterminer, sinon la substance phylacogène, au moins le groupe des substances solubles qui la renferme.

» Des tentatives de détermination plus précise ont été faites par M. Haukin dans le laboratoire de M. Koch, il y a quelques années. M. Haukin aurait isolé des cultures du *Bacillus anthracis* une albumose qui, suivant la quantité inoculée, prédisposerait les souris à contracter le charbon ou bien leur permettrait de résister à cette maladie. Les expériences de l'auteur sont loin de posséder la simplicité désirable en pareil cas et, lorsqu'on en lit les détails, elles sont loin d'être convaincantes. Au surplus, elles ont été répétées aussi exactement que possible, l'année der-

nière, par M. Pétermann, à l'Institut Pasteur, et ont donné des résultats négatifs sur le lapin, le cobaye et la souris. Plusieurs fois, les animaux qui avaient reçu l'albumose sont morts plus vite que les témoins.

» J'ai dissous séparément dans l'eau glycérinée à 40 pour 100 deux groupes de matières contenues dans le bouillon de culture dont il a été question dans la première partie de la présente Note. Les unes précipitables par l'alcool; les autres solubles dans ce liquide. Les matières solubles dans l'alcool ont été ramenées à consistance d'extrait par évaporation à 50° sur une dépression de $0^m,50$ de mercure. Les solutions glycérinées ont été faites de telle sorte qu'elles aient un quart seulement du volume primitif de la culture.

» Avec ces solutions, j'ai fait d'abord un certain nombre d'essais isolés en employant les injections intra-veineuses ou les injections sous-cutanées. J'ai acquis la certitude que je donnais quelquefois une sérieuse immunité au mouton. Alors j'ai entrepris une expérience bien systématisée.

» Je me suis procuré six agneaux, que j'ai divisés en trois lots égaux : ceux du premier lot ont reçu pendant six jours de suite et chaque jour 1^{cc} de la solution des matières précipitables par l'alcool en injections sous-cutanées; ceux du deuxième ont reçu de la même manière les substances solubles dans l'alcool; ceux du troisième lot devaient servir de témoins à l'expérience d'épreuve. Je reviendrai plus tard sur les effets locaux et généraux de ces injections. Huit jours après la dernière, on inocule les six agneaux avec une culture complète de bacilles très virulents. Quatre animaux sur six succombent à cette inoculation, savoir : les deux témoins et les deux agneaux imprégnés avec les substances précipitables par l'alcool. Les deux agneaux imprégnés avec les substances solubles dans l'alcool ont présenté une élévation notable de la température, mais se sont rétablis.

» *Il nous semble, d'après ces résultats, que les bacilles charbonneux déversent une substance phylacogène dans les bouillons de culture et que cette substance fait partie du groupe des matières qui, dans les cultures, sont solubles dans l'alcool.* »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Baudoin adresse une Note « sur les orages et sur le moyen d'obtenir la pluie sur un endroit déterminé ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Mascart).

M. **Foveau de Courmelles** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Différence de conductibilité des corps métalliques avec le sens de leur interposition sur le trajet d'un courant continu ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Chauveau).

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la recherche de l'angle de polarisation de Vénus.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« En profitant des circonstances favorables dans lesquelles Vénus vient de se trouver pour mesurer son angle de polarisation, partant pour en déduire la nature pétrographique de son sol, je l'ai observée presque quotidiennement, à des heures convenables, depuis le 29 avril jusqu'au 8 juin. Pendant cet espace de temps, l'angle dont il est question, compté de la surface, a pu varier entre 45°,17 et 27°,51, limites entre lesquelles la valeur présumée est censée être comprise, en y faisant même une part suffisamment large aux dépressions et bosselures du sol.

» Ces observations ont été faites à l'aide d'une lunette de 135^{mm} d'ouverture, à laquelle un photo-polarimètre de M. Cornu a été adapté, y ajoutant un oculaire qui s'emboîte entre le biprisme et une tourmaline verdâtre, qui a été substituée au nicol, dans le but de permettre à l'œil de se placer tout près de l'anneau oculaire, en même temps que d'atténuer les effets d'irisation.

» De ces recherches, il résulte que la lumière provenant du croissant de Vénus, observé depuis la plus grande élongation, n'est pas polarisée. Telle est la conclusion qui découle de l'effet d'ensemble étudié.

» Quoique ce résultat soit négatif au point de vue du but poursuivi, il est en revanche très instructif à un autre égard, car il prouve d'une façon péremptoire que la presque totalité de la surface visible est constituée par une épaisse couche de nuages. C'est, ainsi qu'on le voit, une confirmation d'un genre nouveau des idées depuis longtemps émises au sujet de ce point important de Physique céleste, idées que M. Trouvelot a rendues très vraisemblables, en s'appuyant sur ses nombreuses et intéressantes observations optiques [1].

---

[1] *Bull. Soc. Astr. de France*, 6e année, 1892.

» En prouvant ainsi l'existence d'une telle atmosphère et de son régime permanent, on ne comprend que mieux l'insuccès de bien des essais pour déterminer la durée de rotation de l'astre.

» D'après les faits exposés, on doit désespérer de parvenir à connaître la nature pétrographique du sol de la planète. Il est permis néanmoins d'avoir un certain espoir, en songeant à ce que peut-être des taches du genre de celles que le savant astronome ci-dessus nommé a observées en septembre 1876 et février 1891 appartiennent réellement au sol.

» Visant à savoir si ces taches-là se sont montrées durant la visibilité qui s'achemine maintenant vers la conjonction inférieure, j'ai souvent tourné vers ce but l'observation optique, mais malgré mes efforts, et quoique la définition ait été d'ordinaire assez bonne, parfois même excellente, il m'a été impossible de rien saisir qui leur ressemblât.

» Par contre, les taches blanches polaires se sont montrées avec une grande netteté. La position des endroits où elles siègent et leur allure tendent de plus en plus à prouver que ce sont là des accidents qui tiennent incontestablement au sol de Vénus, et dont la partie supérieure affleure ou même dépasse, en certains points, la couche la plus élevée de cette épaisse masse nuageuse que l'observation polariscopique vient de mettre en évidence. »

PHYSIQUE. — *Sur les variations de température de l'eau comprimée subitement à* 500^{atm} *entre* $0°$ *et* $10°$. Note de M. **Paul Galopin**, présentée par M. A. Cornu.

« En utilisant les deux principes fondamentaux de la Thermodynamique pour déterminer théoriquement les variations de température que doivent subir les liquides brusquement comprimés (compression adiabatique), Sir William Thomson est arrivé à la formule bien connue

$$\theta^{\circ} = \frac{\alpha P t}{E c d},$$

dans laquelle θ est la variation de la température en degrés, α est le coefficient de dilatation, t la température absolue, E l'équivalent mécanique de la chaleur, c et d la chaleur spécifique et la densité du liquide comprimé.

» Or, pour vérifier cette formule et combler une lacune réelle de la Physique expérimentale, il convient de revenir aux équations différentielles dont l'intégration a fourni l'expression finie de θ.

» En suivant la marche des calculs du Mémoire de M. le professeur A. Cornu, paru en 1873 dans le *Journal de Physique* (t. II, p. 41), on obtient

$$dt = \frac{T\alpha v}{Ec}\,dp,$$

c étant la chaleur spécifique sous pression constante.

» Si la variation de pression constante est grande, il faut intégrer l'expression ci-dessus; mais cette intégration ne peut se faire que si l'on connaît simultanément les variations concomitantes de c et de α. Dans l'équation précédente la signification de α est

$$\alpha = \frac{1}{v}\frac{dv}{dt}; \quad \text{d'où} \quad \alpha v = v_0 \frac{d\left(\frac{v}{v_0}\right)}{dt}.$$

» Sous cette forme on peut utiliser les formules numériques données par l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, où l'on trouve pour l'eau

$$v_t = v_0(1 + at + bt^2 + ct^3).$$

On en déduit

$$\alpha v = v_0(a + 2bt + 3ct^2).$$

» Par contre, il manque encore les valeurs numériques de $\frac{dv}{dp}$ en fonction de t. Le travail de M. Amagat prouve que le maximum de densité de l'eau s'abaisse au-dessous de 4° au fur et à mesure que la pression s'élève. Les termes de la loi ne sont pas encore exactement connus.

» Il résulte de cette situation que dans l'état actuel des connaissances de l'eau, on ne peut calculer l'intégrale complète de θ pour de grands écarts de P.

» Dans cette Note, nous apportons comme contribution à cette étude, les résultats d'expériences entreprises dans le laboratoire de M. le professeur Raoul Pictet. Nous nous proposons de déterminer la valeur de θ pour tous les liquides entre $-200°$ et $+200°$, et cela pour des variations brusques de 1000^{atm}. Nous avons commencé par l'eau.

» *Description de l'appareil.* — L'appareil est composé d'un cylindre d'acier, à parois très résistantes, ayant 40^{mm} de diamètre intérieur et 390^{mm} de longueur. Il est fermé à une des extrémités et reçoit à l'autre une forte bride d'acier qui permet d'établir un joint hermétique. La contre-bride, au lieu d'être plate, est munie d'un tube cylindrique d'acier qui occupe l'axe du premier cylindre et est destiné à recevoir le thermomètre qui donne les températures. Ce petit tube central a $6^{\text{mm}},9$ de dia-

mètre et le thermomètre qui y descend est de 1^m de longueur. Les lectures se font sur la graduation gravée sur la tige au-dessus de l'appareil et donnent avec précision le *centième de degré*. La contre-bride reçoit, outre ce tube central, un ajutage qui met l'espace cylindrique annulaire compris entre les deux tubes d'acier en communication avec une pompe Cailletet allant à 1000^{atm}. La communication s'établit par un tube de cuivre de $1^{mm},9$ de diamètre très souple et résistant.

» Tout l'instrument est placé dans un grand calorimètre à quadruples enveloppes, dont les températures sont données par de longs thermomètres très exacts et très sensibles au $\frac{1}{100}$ de degré. Les effets du rayonnement sur l'appareil central ont été soigneusement observés en faisant des séries d'expériences, l'appareil étant tantôt plus chaud, tantôt plus froid que le calorimètre.

» *Constante de l'appareil.* — Les valeurs lues au thermomètre central ne correspondent pas aux *valeurs vraies* de θ. L'acier des deux cylindres absorbe ou fournit de la chaleur. En pesant les manchons d'acier qui entourent la masse liquide dans les abords du thermomètre, nous avons calculé la *constante* par laquelle il faut multiplier toutes les valeurs lues au thermomètre pour avoir la valeur de θ que l'on obtiendrait en comprimant l'eau dans une enceinte à parois *rigides* et infiniment *minces*. Cette constante est 1,52 avec l'eau.

» Par le moyen de nombreux essais, nous avons pu nous convaincre que la compression de l'acier du tube central et la distension des parois extérieures ne perturbent nullement les lectures du thermomètre et n'entraînent aucune erreur systématique. Les parois agissent jusqu'à 500 atmosphères comme un corps inerte.

» *Expériences sur l'eau.* — Nous avons rempli d'eau distillée (bouillie pour chasser l'air en dissolution) tout l'appareil, la pompe et ses annexes. L'*herméticité absolue* est obtenue.

» Nous mettons l'appareil central et le calorimètre à la même température à $\frac{1}{100}$ de degré près. Avec quelques coups de piston de la pompe, nous obtenons 500 atmosphères. Le thermomètre central accuse aussitôt une vague ; l'élévation de la température atteint son maximum en deux minutes environ. Nous laisserons tomber la pression en ouvrant la soupape de décharge, une vague inverse se produit pour se terminer à la température initiale.

» Les mesures expérimentales de θ sont ainsi très exactes.

» Voici le Tableau des résultats obtenus dans cinquante séries d'obser-

vations entre 0° à 10°, la pression ayant toujours été de 500 atmosphères.

Température.	Valeurs de θ pour 500 atm.	Température.	Valeurs de θ pour 500 atm.
0°,4 à 0°,7...	0°,20	3°,9.....	0°,36
1	0,26	4	0,36
2	0,27	5	0,43
2,5..........	0,29	8	0,52
3	0,33	10	0,59

» *Premières conséquences.* — Nous voyons par les chiffres obtenus pour θ que jusqu'à 0° la compression de l'eau entraîne toujours une élévation de température, même lorsque l'on fait monter la pression lentement.

» Nous n'avons pas observé de *renversement de la courbe* au début de la compression. Il s'ensuit que dès l'origine, en comprimant de l'eau *au-dessous de* 4°, l'élévation de la pression fait baisser la température à laquelle, *pour cette pression,* se trouve le maximum de densité de l'eau.

» Cet abaissement est suffisant pour que, au lieu de θ *négatif*, on ait θ *positif*. Ce fait nous a paru digne d'attention, car il montre combien il serait dangereux d'appliquer ici la formule de Thomson sans lui faire subir, par l'intégration finie, la correction nécessaire.

» Ces expériences montrent également que le point de congélation de l'eau correspond à peu près avec la température du maximum de densité de l'eau sous de fortes pressions.

» De 0° à 10°, les valeurs de θ croissent rapidement; elles permettent de vérifier les rapports entre dv et dp en fonction de t.

» Nous continuerons ces expériences en les étendant sur des écarts plus grands de température et de pression, et en les portant sur tous les liquides susceptibles d'être étudiés dans cet appareil. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la constante diélectrique par les oscillations électromagnétiques.* Note de M. **A. Perot**, présentée par M. Potier.

« Dans ses recherches sur la vitesse de propagation des déformations électriques, M. Blondlot [1] a montré que la période des résonateurs qu'il a employés était proportionnelle à la racine carrée de leur capacité. Si donc on détermine expérimentalement la longueur d'onde λ d'un ré-

[1] Blondlot, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 628.

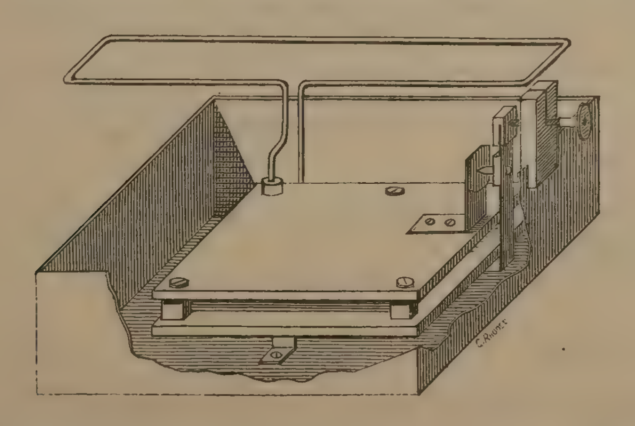
sonateur donné, le diélectrique étant l'air, puis sa longueur d'onde λ_1, le diélectrique étant un corps de constante K, on aura

$$\frac{\lambda_1}{\lambda} = \sqrt{K}.$$

» Tel est le principe de la méthode que j'ai employée pour mesurer la constante diélectrique de l'essence de térébenthine, de la glace, de la résine et du verre.

» L'appareil se compose d'un oscillateur Blondlot relié à une machine de Holtz, mue par une petite machine Gramme actionnée à l'aide d'accumulateurs. La ligne est en fil de cuivre et le pont mobile, constamment tiré vers l'extrémité de la ligne par un caoutchouc, est manœuvré par l'observateur lui-même, à l'aide d'un ruban gradué; cet artifice rend les déterminations très aisées.

» Le résonateur, semblable à ceux de M. Blondlot, se compose de deux forts plateaux carrés, bien dressés, maintenus en regard et parallèles par des cales et des pinces en ébonite, ou des vis reliant les plateaux aux cales. Ces plateaux portent un micromètre à étincelles et sont reliés à un circuit rectangulaire. Les plateaux sont ou placés verticalement, comme ceux de M. Blondlot, ou horizontalement comme l'indique la figure.



» L'oscillateur fonctionnant, on détermine la ou les positions du pont pour lesquelles il n'y a pas d'étincelles au micromètre; le double de la distance du pont, au centre du circuit du résonateur, augmentée de la longueur de ce pont, est alors un nombre impair de demi-longueurs d'onde.

» Dans cette Note, j'indiquerai seulement les résultats obtenus avec l'essence de térébenthine et la glace.

» Pour l'essence de térébenthine, j'ai employé un condensateur vertical, placé dans une cuve. Après avoir déterminé sa longueur d'onde dans l'air, j'ai rempli la cuve d'essence et j'ai mesuré à nouveau la longueur d'onde.

» J'ai trouvé ainsi

$$\left.\begin{aligned}\lambda &= 832^{\text{cm}}\\ \lambda_1 &= 1248^{\text{cm}}\end{aligned}\right\} \qquad \frac{\lambda_1}{\lambda} = 1,50 = \sqrt{\text{K}};$$

d'où

$$\text{K} = 2,25.$$

» La constante diélectrique de la même essence, mesurée à l'aide de mon électromètre différentiel (¹), a été trouvée égale à 2,31.

» Ces deux nombres, différents de 3 pour 100, peuvent être considérés comme identiques, eu égard au manque de précision dans la détermination des grandeurs λ et λ_1.

» Pour la glace, j'ai employé l'appareil représenté ci-dessus, et j'ai opéré de la manière suivante pour éviter toute conductibilité à la surface de la glace.

» Après avoir déterminé la longueur d'onde dans l'air, on verse dans la cuve une couche d'essence de térébenthine de 1^{cm} environ de hauteur, puis on place entre les deux armatures une plaque de glace taillée à l'avance, et l'on verse de l'eau à 0° jusqu'au niveau supérieur de la glace. La cuve étant entourée d'un mélange réfrigérant, l'eau se congèle et l'air, entre les lames du condensateur, est remplacé partie par de la glace, partie par de l'essence. La longueur d'onde est alors mesurée. On dévisse ensuite l'armature supérieure du condensateur, on vide l'essence et l'on fore des trous dans la glace jusqu'à la seconde armature. La profondeur de ces trous donne l'épaisseur de la glace. On peut encore verser simplement de l'eau dans le condensateur et la faire congeler, mais, dans ce cas, la face de la glace en regard de la seconde armature n'est pas bien plane.

» E étant la distance des armatures, e l'épaisseur de la glace, x sa constante diélectrique, on a

$$\frac{\text{E}}{\dfrac{\text{E}-e}{2,31}+\dfrac{e}{x}} = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda}\right)^2,$$

en négligeant, du moins en partie, et l'influence des bords, et celle des cales d'ébonite.

» La valeur de e a varié de 10^{mm} à 15^{mm}, E étant toujours égal à $15^{\text{mm}},5$ (²).

(¹) Pérot, *J. de Physique*, 2ᵉ série, t. X, p. 149.

(²) J'ai vérifié, lors de la mesure de la constante diélectrique du verre, que la for-

» Les nombres trouvés ainsi sont les suivants :

λ_1.	K.
cm	
1360	71
940	67
680	60

» Ces nombres, très élevés, sont voisins de la valeur trouvée par M. Bouty (78); K paraît décroître avec la longueur d'onde, mais il serait prématuré d'affirmer que cette décroissance est réelle, les expériences étant trop peu précises pour les λ petits. (Une erreur de 4^{cm} sur la position du pont donnant l'extinction faisant alors varier K du simple au double.) »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité d'un gaz compris entre un métal froid et un corps incandescent.* Note de M. **Édouard Branly.**

« Dans les expériences relatives aux faits de conductibilité de ma Communication du 4 avril dernier, la charge du métal froid était accusée par l'électroscope auquel le métal était fixé, tandis que le platine incandescent communiquait avec le sol. Une nouvelle disposition expérimentale m'a permis de rendre apparent, pour les deux métaux en même temps, le mécanisme des passages électriques.

» Le métal froid et le platine incandescent sont reliés chacun à un électroscope bien isolé. Le métal froid est un tube de laiton T fixé à l'électroscope A, la spirale de platine *s* suspendue au milieu du tube de laiton prolonge l'électroscope C. Un bec Bunsen *b* chauffe la spirale.

» Je vais décrire trois séries d'expériences distinctes effectuées en portant la spirale : 1° au rouge sombre sans flamme (le bec *b* est allumé, puis éteint quand *s* est rouge, le courant de gaz est rétabli avant que le platine soit refroidi); 2° à un rouge plus vif sans flamme; 3° au rouge vif dans la flamme.

» 1° *Spirale de platine au rouge sombre* (lampe sans flamme); une toile métallique *m* est posée sur le tube.

» A est chargé directement, négativement par une pile de 250 éléments constants,

---

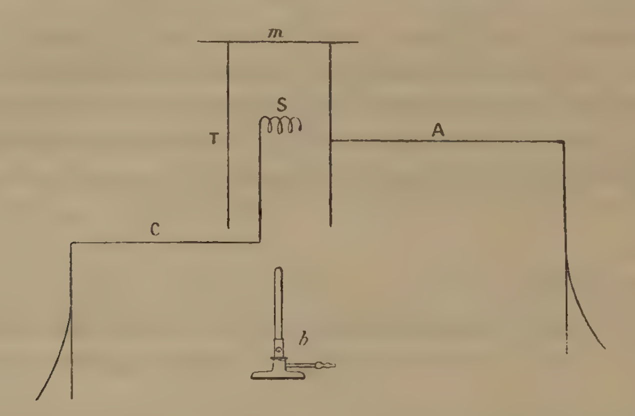
mule $\lambda = V \times 2\pi\sqrt{LC}$ s'applique encore quand la capacité du condensateur est aussi petite que dans ces expériences.

C se charge en même temps à travers le gaz et négativement. On touche C avec le doigt, A se décharge comme C; on touche A, C reste chargé.

» A est chargé positivement, C ne se charge pas.

» C est chargé négativement, A ne se charge pas.

» C est chargé positivement, A se charge en même temps et positivement. On touche C, A reste chargé; on touche A, C se décharge en même temps que A.



» On voit que le gaz compris entre le tube et la spirale est conducteur pour l'électricité négative allant du tube froid à la spirale incandescente, et pour l'électricité positive allant de la spirale au tube. La conductibilité inverse n'a pas lieu.

» Si les électroscopes sont munis du conducteur latéral de Gaugain et si l'on maintient le pôle négatif de la pile de charge appliqué en A (ou le positif en C), la feuille mobile de l'électroscope vient se décharger à intervalles réguliers contre la boule du conducteur latéral, ce qui démontre le passage continu de l'électricité dans le sens énoncé.

» 2° *Spirale de platine à un rouge plus vif* (lampe sans flamme). Une plaque de laiton remplace la toile *m*; cette plaque s'applique imparfaitement sur le tube et laisse passer un peu d'air, sans permettre au gaz de s'enflammer.

» A est chargé, C se charge rapidement et négativement. On touche C, A se décharge rapidement; on touche A et on maintient le contact, C se décharge lentement.

» A est chargé positivement, C se charge lentement et positivement. On touche C, A se décharge lentement; on touche A, C se décharge rapidement.

» C est chargé négativement, A se charge lentement et négativement. On touche C, A se décharge rapidement; on touche A, C se décharge lentement.

» C est chargé positivement, A se charge rapidement et positivement. On touche C, A se décharge lentement; on touche A, C se décharge rapidement.

» Une conductibilité inverse s'est donc ajoutée ici à la première, mais elle est plus faible. Toutefois, on l'accroît en augmentant le degré de rouge de la spirale.

» 3° *Platine au rouge vif dans la flamme.* — Le bec *b* est allumé et sa flamme entoure le platine incandescent; la toile *m* remplace la plaque de laiton.

» Dans ce cas, que l'on charge l'un des électroscopes positivement ou négativement, le second se charge immédiatement et prend la même électricité que le premier. En diminuant la flamme, les électroscopes chargés, laissés à eux-mêmes, se déchargent lentement. Si l'on touche alors l'un des électroscopes avec le doigt, les feuilles d'or des deux instruments tombent immédiatement.

» Mes expériences du 4 avril étaient faites avec des conducteurs froids quelconques, mais le corps incandescent était constamment du platine. Les résultats énoncés à ce moment sur le sens de la conductibilité ne se rapportent qu'à ce cas et doivent être complétés.

» En premier lieu, le corps incandescent peut être un corps quelconque. C'est ainsi que l'on décharge vivement un corps électrisé négativement en lui présentant un bâton de verre à la température du rouge (un fil métallique introduit dans l'axe du verre jusqu'à 1^{cm} ou 2^{cm} de l'extrémité rouge permet à l'électricité enlevée de s'écouler).

» En second lieu, le sens de la conductibilité varie avec la nature du corps incandescent. Voici quelques exemples :

» Des verres de lampes à gaz ont été recouverts de métaux porphyrisés ou d'oxydes métalliques. Ces enduits, portés au rouge sombre, ont produit une vive déperdition sur un conducteur froid électrisé distant de quelques centimètres. C'était tantôt une déperdition négative comme avec le platine, tantôt une déperdition positive (aluminium, oxydes de bismuth, de plomb, etc.), tantôt une double déperdition.

» Un tube de nickel remplaçant le verre d'une lampe à gaz peut décharger rapidement un conducteur positif sans agir sur un conducteur négatif. Dans certains cas, avec le même tube, au même degré de rouge, la déperdition négative peut l'emporter.

» Des effets analogues se produisent avec des tubes de cuivre rouge; ils ne dépendent pas seulement de la nature et de l'épaisseur de l'oxyde formé, l'état physique du métal sous-jacent (écrouissage, recuit, etc.) joue un rôle prédominant.

» Les expériences galvanométriques, en tout ce qui concerne les varia-

tions du sens de la conductibilité, ont confirmé les expériences électrostatiques. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur les effets physiologiques des courants alternatifs à variation sinusoïdale. Procédé pour les doser en Électrothérapie.* Note de M. **A. d'Arsonval**, présentée par M. Potier.

« Dans une Note précédente (23 mars 1891), j'ai indiqué à l'Académie une méthode générale permettant d'obtenir, par synthèse, la forme de l'onde électrique servant à exciter un tissu vivant. Cette courbe, que j'ai appelée *caractéristique de l'excitation*, détermine l'excitant électrique au point de vue physique et permet de se placer toujours dans les mêmes conditions. Les nombreuses expériences effectuées à l'aide de cette méthode m'ont conduit à formuler la loi suivante dans le cas le plus simple, celui de l'excitation unipolaire de M. Chauveau :

» *L'intensité de la réaction motrice ou sensitive est proportionnelle à la variation du potentiel au point excité*, en se plaçant dans les conditions normales de l'excitation unipolaire, telle que la pratiquent les physiologistes.

» Au point de vue de la pratique médicale, j'ai été conduit à étudier tout spécialement les excitations électriques produites par les courants alternatifs à variation sinusoïdale.

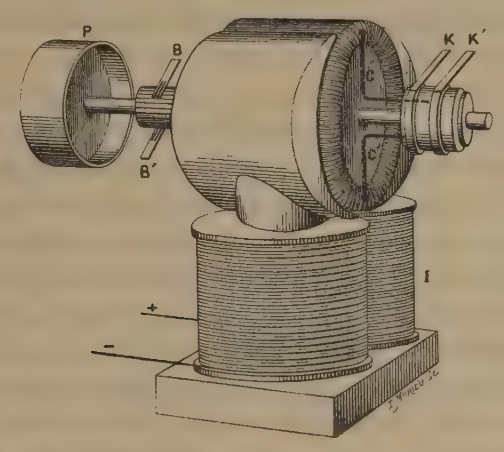
» Dans ce cas, l'onde électrique est définie par deux facteurs : 1° la fréquence, c'est-à-dire le nombre d'alternances par seconde; et 2° l'ordonnée maxima qui représentera pour nous la variation maxima du potentiel au point excité.

» Dans la pratique médicale, il est nécessaire de pouvoir faire varier ces deux facteurs d'une manière indépendante et d'en avoir la mesure à chaque instant. Le dispositif ci-dessous est destiné à résoudre pratiquement ce problème.

» Soit CC′ un anneau Gramme portant d'un côté de l'axe le collecteur ordinaire avec ses balais B, B′ et de l'autre côté deux bagues métalliques isolées, communiquant respectivement avec chaque moitié de l'anneau par deux prises de courant situées sur l'induit à 180°. L'anneau tourne dans un champ magnétique créé par un courant indépendant traversant l'inducteur I par les fils marqués + et —. Si l'on met l'anneau en mouvement par une force mécanique extérieure, on recueillera aux balais B, B′ un

courant continu et aux frotteurs K, K′ un courant alternatif à variations sinusoïdales.

» En plaçant sur l'axe de la machine un indicateur de vitesse, on connaît à chaque instant la fréquence du courant. Quant à la force électromotrice maxima, elle est donnée tout aussi simplement et d'une manière continue par un voltmètre ordinaire à courant continu, relié aux deux balais B, B′.



» On fait varier la fréquence en changeant la vitesse de rotation et la force électromotrice en modifiant le champ magnétique créé par l'électro. Dans le modèle construit sur mes indications par M. Gaiffe, l'inducteur est constitué par un aimant permanent qu'on approche plus ou moins des épanouissements polaires pour modifier le champ. Le voltmètre donne aussitôt la valeur de l'ordonnée maxima et l'indicateur de vitesse, la fréquence. Les deux éléments de la sinusoïde sont donc connus à chaque instant et l'opérateur leur donne la valeur qu'il désire. Je ferai remarquer qu'en amenant un courant continu, provenant d'une pile, par exemple, aux balais B, B′, on recueillera en KK′ un courant sinusoïdal. En mettant BB′ en communication avec un réseau à 110 volts continus, et en intercalant un rhéostat convenable, on recueillera en KK′ des courants sinusoïdaux dont le voltage pourra varier de 110 à 20 volts, par exemple, et avoir ainsi une installation très simple.

» Les courants alternatifs, à variation sinusoïdale, ont sur l'organisme plusieurs actions intéressantes dont j'ai fait une étude spéciale [1] que je

---

[1] Voir *Société de Biologie* et *Société d'Électrothérapie*, années 1890 et 1891.

résume brièvement dans cette Note. 1° En étalant la sinusoïde, on peut faire traverser l'organisme par des courants assez intenses, ne donnant ni douleur ni contraction musculaire, ni action chimique. Cette absence d'action physiologique n'est pourtant qu'apparente, car, si l'on analyse les gaz de la respiration, on constate que le passage de ce courant s'accompagne d'une augmentation dans l'absorption d'oxygène et dans l'élimination d'acide carbonique. 2° En augmentant la fréquence graduellement, on arrive à provoquer des contractions musculaires énergiques, mais qui sont infiniment moins douloureuses, à intensité égale, qu'en se servant d'une bobine d'induction. Cela tient à ce que les variations du courant se font d'une manière parfaitement régulière avec l'appareil que je viens de décrire. Dans ces conditions, les combustions respiratoires s'exagèrent considérablement et ces courants agissent puissamment pour modifier la nutrition. Un certain nombre d'électrothérapeutes, et notamment MM. Gautier et Larat, en appliquant à la clinique ces données physiologiques, ont obtenu des résultats très intéressants qu'ils ont signalés en partie à l'Académie. L'expérience ayant démontré le bénéfice que la thérapeutique peut tirer de l'électrisation sinusoïdale, le dispositif que j'indique aujourd'hui a pour but de produire et de doser facilement ce genre de courants. Dans une prochaine Note, j'exposerai à l'Académie quels sont les phénomènes physiologiques que l'on observe en augmentant de plus en plus soit la fréquence, soit le potentiel ou les deux à la fois. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'aluminium.* Note de M. **Balland.**

« Vers la fin de l'année dernière, MM. Lubbert et Roscher ont annoncé que l'aluminium était attaqué par le vin, l'eau-de-vie, le café, le thé, et, par suite, impropre à la confection des bidons de campagne ou d'autres récipients de même nature. La nouvelle, propagée par les journaux, arrivant au moment où de récents procédés de fabrication reposant sur l'emploi de l'électricité ont abaissé le prix de l'aluminium dans des proportions imprévues, a fait naître, pour l'avenir de ce métal, des craintes qui ont été partagées par l'administration centrale de la Guerre.

» J'ai entrepris de nombreuses expériences dans le but de contrôler les assertions des chimistes allemands et d'apporter de nouveaux faits à l'étude de l'aluminium. Le métal employé est de la tôle d'aluminium fabriquée en

France, telle qu'on la trouve dans le commerce ; elle a une épaisseur de 1mm et pèse 27gr,75 par décimètre carré (1).

» Pour les essais, on a pris des lames de 5gr mesurant 18cq et présentant, par suite, en tenant compte de leur épaisseur, une surface très rapprochée de 38cq. Ces lames, avant d'être mises à l'épreuve, ont été nettoyées avec tous les soins désirables, de même que les récipients dans lesquels on a opéré. Dans les pesées qui ont suivi, elles ont été préalablement frottées avec une brosse à ongles, lavées à grande eau et parfaitement essuyées.

» Il résulte de nos essais, poursuivis pendant plusieurs mois, que l'aluminium peut être employé avec avantage à la confection des ustensiles servant aux usages domestiques. L'air, l'eau, le vin, la bière, le cidre, le café, le lait, l'huile, le beurre, la graisse, etc., l'urine, la salive, la terre, etc., ont moins d'action sur lui que sur les métaux ordinaires (fer, cuivre, plomb, zinc, étain). Le vinaigre et le sel marin l'attaquent, il est vrai, mais dans des proportions qui ne sauraient compromettre son emploi. Il ne perd, en effet, dans le premier, après quatre mois, que 0gr,349 par décimètre carré et 0gr,045 seulement dans des solutions de sel à 5 pour 100.

» En mettant en regard de ces expériences les propriétés physiques de l'aluminium si bien observées par H. Sainte-Claire Deville, à qui revient sans contestation possible la gloire d'avoir inauguré la fabrication industrielle de ce métal, on reste convaincu avec l'illustre maître (2) que l'aluminium est appelé dans notre industrie à jouer un rôle important.

---

(1) Au cours de ces expériences a paru un travail de MM. Lunge et Schmid atténuant la portée des conclusions de MM. Lubbert et Roscher. MM. Lunge et Schmid ont étudié l'action des acides acétique, borique, butyrique, citrique, phénique, salicylique, tartrique ; de l'eau-de-vie, du café, de la bière, du thé et du vin. Leurs expériences n'ont duré que six jours (*Moniteur scientifique de Quesneville*, avril 1892).

La tôle d'aluminium servant à nos essais contenait 3 pour 100 d'impuretés (fer et silicium). Ces impuretés, qu'il y aurait grand intérêt à faire disparaître, car elles favorisent l'attaque du métal, ont eu pour effet d'élever sensiblement le poids de la tôle : 27gr,75 par décimètre carré au lieu de 26gr,67 que l'on devrait obtenir avec l'aluminium pur.

(2) « Rien n'est plus difficile, a écrit H. Sainte-Claire Deville, que de faire admettre dans les usages de la vie et de faire entrer dans les habitudes des hommes une matière nouvelle, quelle que puisse être son utilité ; mais j'ai tout espoir qu'un jour la place de l'aluminium se fera dans nos habitudes et dans nos besoins. » (*De l'Aluminium*, p. 140. Paris, Mallet-Bachelier ; 1859.)

» C'est un métal, pour ainsi dire national, car la France est très riche en minerai d'aluminium (*bauxites*) et elle dispose de forces motrices naturelles capables de produire l'électricité dans les meilleures conditions possibles. Si l'on tient compte de sa légèreté extrême autant que de sa résistance aux agents atmosphériques, on comprend tout le profit que le Ministère de la Guerre, en particulier, peut en tirer pour le service des vivres (conservation des denrées en caisses étanches), des ambulances (ustensiles divers), de la télégraphie (fils conducteurs en aluminium), sans compter les objets multiples (galons, boutons, plaques de ceinturon, plaques d'identité, fourreaux de baïonnette, gamelles individuelles, etc.), qui, en allégeant la charge du soldat, permettraient à un moment donné d'augmenter sa réserve en cartouches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore sur les alcools de la série grasse* [1]. Note de M. A. **Brochet**, présentée par M. P. Schützenberger.

« A la suite de recherches récentes de M. Étard ayant trait à l'action du brome sur les alcools, j'ai entrepris l'étude des dérivés chlorés du même ordre.

» I. *Alcool isobutylique*. — Lorsque l'on fait passer un courant de chlore sec dans ce liquide, il s'échauffe rapidement et peut être porté en quelques minutes à une température voisine de l'ébullition. Au bout de quelque temps, l'attaque se ralentit, le liquide se refroidit, il faut alors chauffer légèrement pour que la chloruration se continue. Il se dégage de grandes quantités d'acide chlorhydrique que l'on absorbe dans un flacon laveur; l'augmentation de poids de l'ensemble des appareils donne ainsi le poids du chlore entré en réaction. Après avoir fait passer pour une molécule d'alcool trois atomes de gaz, on arrête l'opération pour fractionner les produits. Malgré la quantité d'acide qui se dégage, l'isobutol ne s'éthérifie pas; il ne se forme pas de chlorure d'isobutyle; dans l'action du brome et de l'iode sur ce même produit on obtient au contraire de grandes quantités d'éthers correspondants.

» Dans ce travail, j'ai isolé au début une matière passant de 80° à 100°; au delà de cette température, de 170° à 250° environ, il distille des produits

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Étard, École de Physique et Chimie industrielles.

fort abondants dont l'étude n'est pas encore achevée; il existe dans cette portion au moins trois corps liquides difficiles à séparer et donnant facilement des goudrons.

» La portion 80°-100° soumise à un fractionnement spécial donne une substance unique qui a été caractérisée par son analyse et ses réactions comme aldéhyde monochlorisobutylique α. C'est un liquide d'une saveur piquante, puis amère, laissant une impression désagréable pendant un certain temps; son odeur rappelle celle du chloral anhydre sans toutefois provoquer le larmoiement.

Point d'ébullition..................	90-91°
Densité..........................	$D_4^{15} = 1,086$

» Ce dérivé est bien une aldéhyde; il réduit la liqueur de Fehling, et le nitrate d'argent ammoniaco-potassique avec formation d'un miroir d'argent. Le bisulfite de sodium se combine aisément à froid en donnant un dérivé cristallisé duquel l'aldéhyde se régénère difficilement.

» Déjà, *a priori*, on pouvait donner à ce composé, dérivé de l'isobutol, la constitution suivante :

$$\begin{array}{c} COH \\ | \\ CH^3-C-Cl \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

» Cette constitution est nettement établie par l'oxydation qui a été effectuée au moyen du permanganate de potassium alcalin, ajouté en solution très étendue et froide jusqu'à coloration rose persistante; la réduction se fait immédiatement. Dans cette opération le chlore passe à l'état d'acide chlorhydrique, une portion de la matière se transforme en acide carbonique et acétone $CH^3.CO.CH^3$, que l'on recueille en distillant la solution filtrée; on peut ainsi la caractériser dans les premières eaux, par sa conversion en iodoforme, au moyen de l'iode et de l'ammoniaque, et la réduction du nitrate d'argent ammoniaco-potassique; une autre portion donne de l'acide oxyisobutyrique

$$(CH^3)^2 : C(OH).CO^2H,$$

que l'on sépare par l'éther après avoir acidulé par l'acide sulfurique : on obtient ainsi des cristaux hygroscopiques fondant à 78°.

» II. Les dérivés chlorés et bromés des aldéhydes de la série grasse sont en général fort mal connus au point de vue de leurs propriétés ; cer-

tains sont indiqués comme solides, d'autres comme liquides, enfin on a décrit des produits de polymérisation sans poids moléculaire fixe. Je me suis efforcé, sur la matière précédemment décrite, de préciser les conditions dans lesquelles les corps solides peuvent prendre naissance, soit par suite de cristallisation de l'aldéhyde suffisamment purifiée, soit par hydratation ou polymérisation.

» Le chlorisobutyral ne se congèle pas à $-20°$ et ne donne pas d'hydrate par refroidissement à cette même température; mais, après divers essais, je suis arrivé à polymériser régulièrement cette substance en l'agitant quelques instants avec son volume d'acide sulfurique concentré : le tout se prend en fines aiguilles en s'échauffant considérablement; on lave à l'eau pour éliminer l'acide, on presse entre des doubles de papier et l'on purifie le corps ainsi obtenu en utilisant la propriété qu'il possède d'être entraînable par la vapeur d'eau; on le débarrasse d'une légère odeur qu'il possède encore par dissolution dans l'acide acétique glacial, précipitation par l'eau et nouvel entraînement. On obtient ainsi de fines aiguilles absolument blanches, inodores et insipides; insolubles dans l'eau et se volatilisant facilement avec la vapeur de ce dernier liquide, déjà avant 100°, en tapissant les parois des appareils chauffés au bain-marie de longues aiguilles transparentes.

» Ce corps est le polymère triple de l'aldéhyde chlorisobutylique, il répond à la formule

$$[(CH^3)^2 : CCl . COH]^3,$$

comme le montre sa constante cryoscopique déterminée au moyen de l'acide acétique :

Acide employé..................	$46^{gr},7$
Substance......................	0,986
Abaissement....................	0°,25

$$\text{P. m.} = \frac{100 \times 38,6 \times 0,986}{46,6 \times 0,25} = 326.$$

» Théorie pour $C^{12}H^{21}Cl^3O^3$,

$$319,5.$$

» C'est donc bien la paraldéhyde chlorisobutylique α.

» Cette matière fond à 107°: elle commence à se sublimer vers 110° en fines lamelles de plus de 1^{cm} de long; si le produit renferme des traces d'humidité, on en voit déjà apparaître quelques-unes avant 100°. Elle

distille sans point fixe et sans résidu, en donnant une huile d'une odeur piquante réduisant bien la liqueur cupro-potassique et recristallisant au bout de quelques temps.

» Cette paraldéhyde chlorisobutylique est soluble dans l'éther, l'alcool, l'acide acétique, le benzène, etc. Sa solution éthérée donne par évaporation de beaux prismes clinorhombiques excessivement tendres et friables.

» Elle réduit le nitrate d'argent ammoniaco-potassique et la liqueur de Fehling nettement, mais beaucoup plus difficilement que le produit liquide; il faut opérer au bain-marie en tube à essai bouché, pour éviter la perte de la matière par volatilisation.

» Je finis cette étude de l'action du chlore sur l'isobutol en même temps que je la poursuis sur divers autres alcools de la série grasse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'asboline (pyrocatéchine et homopyrocatéchine).* Note de MM. **Béhal** et **Desvignes**, présentée par M. Friedel.

« La suie a été employée de tout temps pour les usages médicaux et préconisée successivement pour un grand nombre de maladies. Braconnot a préparé avec la suie un extrait qu'il considérait comme un corps défini renfermant de l'azote, auquel il donna le nom d'*asboline*. On l'obtient en faisant par décoction un extrait aqueux de la suie de bois. On traite celui-ci par l'acide chlorhydrique, on l'épuise par l'alcool; enfin on reprend le résidu de l'évaporation alcoolique par l'éther et on distille cet éther. Il reste un produit liquide ayant la consistance d'un sirop clair et possédant une teinte jaune plus ou moins foncée.

» D'après ce procédé d'extraction, on voit que cet extrait peut renfermer des acides soit à fonction simple, soit à fonction complexe, des phénols, des corps neutres solubles dans l'eau, mais ne peut renfermer que des bases dont les sels seraient solubles dans l'éther.

» Pour isoler les produits contenus dans le mélange, nous avons commencé par faire bouillir en solution alcoolique l'asboline avec le carbonate de plomb, de façon à éliminer les acides. Après refroidissement, nous avons décomposé le sel de plomb par l'acide sulfurique étendu, et nous avons pu caractériser l'acide acétique et l'acide butyrique : ces deux acides sont très peu abondants dans le mélange.

» La solution alcoolique distillée dans le vide, après avoir chassé l'alcool au bain-marie, laisse un corps qui passe à la distillation, surtout vers 154°

à 155°, sous 30^{mm} de pression; une seconde portion passe à 158°-160, sous la même pression.

» Ces deux corps distillent à l'air libre, sans décomposition; on les rectifie et l'on obtient un composé bouillant à 240°, sous 761^{mm}, cristallisant dans le récipient et fondant vers 104°.

» Ce corps donne, à l'analyse, les chiffres suivants :

		Calculé pour $C^6H^6O^2$.
C........................	65,22	65,45
H........................	5,79	5,45

» Il est soluble dans l'eau et, dissous dans l'alcool, il se colore en vert foncé par le perchlorure de fer; la solution verte, additionnée d'eau, passe au violet par addition d'ammoniaque.

» Lorsqu'on dissout ce composé dans le chloroforme et qu'on met en présence de la solution une pastille de potasse caustique, on observe que celle-ci se colore en bleu, puis la coloration passe rapidement au brun.

» La solution aqueuse réduit, à chaud, la liqueur de Fehling.

» Tous ces caractères démontrent que l'on se trouve en présence de pyrocatéchine.

» Le second corps qui accompagne la pyrocatéchine bout à 251°-252°, sous 750^{mm}.

» Ce corps cristallise lentement par refroidissement. Il fond, ainsi préparé, à 46°. Il est très soluble dans l'eau et est même déliquescent; l'alcool, l'acide acétique, le benzène le dissolvent facilement, mais il est à peu près insoluble dans l'éther de pétrole. Après l'avoir fait cristalliser dans un mélange d'éther de pétrole et de benzène, on obtient comme point de fusion 51° [1].

» L'analyse de ce corps a donné les chiffres suivants :

	I.	II.	Calculé pour $C^7H^8O^2$.
C pour 100............	67,32	67,60	67,74
H »	7,64	6,43	6,45

---

[1] Dans la première de nos expériences, l'asboline était constituée essentiellement par de l'homopyrocatéchine. Dans la seconde, au contraire, c'était la pyrocatéchine qui dominait.

» Il donne les mêmes réactions colorées que la pyrocatéchine avec les sels de fer, le chloroforme et la potasse.

» Ces réactions conduisent donc à le considérer comme une homopyrocatéchine.

» Des deux homopyrocatéchines que prévoit la théorie, on n'en connaît qu'une. C'est celle que l'on prépare par déméthylation du créosol (MULLER, *Jahresb.*, 1864, p. 525), ou par la distillation sèche de l'acide homoprotocatéchique (TIEMANN et NAGAI, *Ber. d. deuts. chem. Gesellsch.*, t. X, p. 210), ou par le remplacement du groupe AzO^2 du métanitroparacréosol par un oxhydryle (NEVILLE et WINTHER, *Ber. d. deuts.*, t. XV, p. 2983).

» Or l'homopyrocatéchine obtenue au moyen de ces divers procédés a été décrite comme liquide.

» Nous avons cru, néanmoins, que ce caractère n'était pas suffisant pour établir son isomérie avec le produit venant de la suie, et nous avons préparé, au moyen du créosol bouillant à 219° et pur, l'homopyrocatéchine, par l'action de l'acide iodhydrique gazeux, en opérant à la température de 160°.

» Le produit obtenu par un traitement approprié renfermait de la pyrocatéchine et de l'homopyrocatéchine, qui, séparée du premier de ces corps, n'a pas tardé à cristalliser, pour donner des cristaux fusibles à 46°, comme dans le cas précédent. Ces cristaux, très hygroscopiques, offrent à l'œil la même apparence que ceux obtenus avec l'asboline. Ils donnent les mêmes réactions colorées. Ils distillent à 251° sans décomposition.

» Ils sont, en un mot, identiques à l'homopyrocatéchine de l'asboline.

» C'est donc par erreur que l'on a considéré ce corps comme liquide.

» L'homopyrocatéchine est un corps solide, fusible à 51° et bouillant à 251°-252, sous 750^{mm}.

» Nous avons pensé que ces deux phénols, possédant deux oxhydryles en ortho, devaient pouvoir donner les réactions du pyrogallol vis-à-vis de l'albumine, de la gélatine et des alcaloïdes.

» La pyrocatéchine et l'homopyrocatéchine en solution aqueuse concentrée précipitent l'albumine de l'œuf.

» L'homopyrocatéchine, dans les mêmes conditions, précipite la gélatine. Le précipité est soluble à chaud et se reforme par refroidissement; la pyrocatéchine ne précipite pas la gélatine. La pyrocatéchine et l'homopyrocatéchine donnent, avec le sulfate neutre de quinine, des précipités colorés en jaune, qui cristallisent très bien dans l'alcool et fondent respectivement à 157° et 167°.

» Il semble résulter de ces dernières expériences que la propriété des corps à fonction phénolique de coaguler l'albumine et de précipiter les alcaloïdes est due en partie à la position des deux oxhydryles en ortho.

» Il est intéressant de remarquer que l'asboline, qui a été et est encore employée comme médicament contre la tuberculose, renferme les deux phénols qui, à l'état d'éther méthylique, constituent la créosote, la pyrocatéchine correspondant au gaïacol et l'homopyrocatéchine au créosol. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les cholestérines végétales*. Note de M. **Gérard**.

« J'ai extrait de la cholestérine d'un certain nombre de végétaux appartenant, les uns, aux Phanérogames, les autres, aux Cryptogames. J'ai pu me convaincre que les diverses substances ainsi isolées se rattachent aux deux groupes suivants :

» 1° Les cholestérines retirées des plantes phanérogames ayant tous les caractères physiques et chimiques de la *phytostérine de M. Hesse*.

» 2° Les cholestérines extraites des plantes cryptogames donnant les mêmes réactions que l'*ergostérine de M. Tanret*, réactions que l'on ne retrouve pas dans les produits appartenant au premier groupe.

» Je rappellerai la réaction différentielle indiquée par M. Tanret [1]. Si l'on traite une petite quantité de phytostérine par l'acide sulfurique concentré, cette phytostérine se colore en rouge brun en se dissolvant incomplètement. Si l'on ajoute ensuite du chloroforme au mélange, ce dernier prend une coloration jaune qui vire bientôt au rouge sang et au violet. La cholestérine animale donne la même réaction. Au contraire, l'ergostérine se dissout complètement en présence de l'acide sulfurique concentré et le chloroforme, ajouté au mélange, reste incolore.

» J'ajouterai d'autres réactions qui limitent aussi nettement ces deux groupes : les cholestérines, traitées soit par l'anhydride acétique, soit par l'anhydride benzoïque, soit par l'anhydride phtalique et l'acide sulfurique concentré donnent des produits colorés qui, additionnés de chloroforme, sont bien différents suivant que l'on a affaire à une cholestérine des végétaux supérieurs, ou à une cholestérine des végétaux inférieurs. Je ne puis ici entrer dans le détail de ces expériences.

» De plus, les cholestérines des végétaux supérieurs ont les mêmes con-

---

(1) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 5e série, t. XIX, p. 225.

stantes physiques que celles de la phytostérine, bien que les descriptions que certains auteurs en ont données les aient fait considérer par eux comme des corps isomériques ou même différents. Cette confusion provient de ce qu'ils n'ont pu obtenir des produits purs et que les uns ont pris le point de fusion et le pouvoir rotatoire de la substance seulement desséchée dans le vide, c'est-à-dire contenant une molécule d'eau, et que d'autres ont opéré sur la cholestérine desséchée à 100°, c'est-à-dire anhydre.

» Parmi les végétaux supérieurs, j'ai extrait de la cholestérine du *Lupin*, déjà décrite par plusieurs auteurs, du *Fenugrec*, des *semences de Datura* et de l'*huile d'olive*.

» Parmi les végétaux inférieurs, j'ai retiré de la cholestérine de l'*Æthalium septicum* (paracholestérine de Reinke) et du *Penicillium glaucum*, cultivé en grande quantité sur le liquide de M. Raulin.

» Je crois utile d'indiquer en deux mots la marche générale que j'ai suivie pour obtenir un produit pur. Les substances sont épuisées par l'éther sec, le résidu éthéré est purifié des matières grasses par saponification à la potasse en solution alcoolique. Le savon obtenu est desséché, puis épuisé à l'éther; par évaporation, celui-ci donne des cristaux aiguillés, qui sont de nouveau purifiés par saponification en présence d'un grand excès de potasse. Le tout est dissous dans l'eau et la solution *très alcaline* est agitée avec du chloroforme. L'extrait chloroformique est formé par des cristaux à peu près incolores, constitués par de la cholestérine, privée, il est vrai, de corps gras, mais mélangée de corps neutres (alcool d'une cire, carbures d'hydrogène solides, etc.). Pour les purifier, on transforme ces cristaux en éther benzoïque très peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble dans l'alcool bouillant. Des cristallisations successives dans l'alcool permettent d'avoir un produit d'un point de fusion constant. Enfin cet éther saponifié donne une cholestérine d'une pureté absolue.

» En opérant avec tous les soins que je viens d'indiquer, les cholestérines extraites des végétaux supérieurs (Lupin, Fenugrec, Datura, Olive) ont le même pouvoir rotatoire et le même point du fusion :

	Pouvoir rotatoire.	Point de fusion.
Substance desséchée à froid dans le vide.	$\alpha_0 = -34°,4$	132°-133°
Substance desséchée à 100°.............	$\alpha_0 = -36°,5$	135°

» Ces constantes physiques sont exactement celles que M. Hesse donne pour la phytostérine retirée des Fèves de Calabar et des Pois; toutes ces

substances présentent les mêmes réactions et, par suite, sont toutes identiques.

» Quant aux cholestérines retirées des végétaux inférieurs, elles présentent toutes, comme je l'ai dit plus haut, les réactions qui les différencient de la phytostérine et qui les rapprochent de l'ergostérine. Pour quelques-unes d'entre elles, le point de fusion et le pouvoir rotatoire sont variables.

	Pouvoir rotatoire.	Point de fusion.
Cholestérines du *Penicillium glaucum*, desséchée à 100°.....................	$\alpha_D = -143°,3$	135°
Cholestérine de l'*Æthalium septicum*, desséchée à 100°.....................	$\alpha_D = -28°$	134°,5

» Les chiffres donnés par M. Tanret pour son ergostérine sont, pour le point de fusion, de 154° et, pour le pouvoir rotatoire, $\alpha_D = -114°$. J'ai déjà montré ([1]) que le produit isolé d'un Champignon hyménomycèle était, en tous points, semblable à l'ergostérine, type des cholestérines des végétaux inférieurs. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la falsification de l'essence de santal.* Note de M. E. MESNARD. (Extrait.)

« En résumé, il est facile, par l'emploi de l'acide sulfurique ordinaire pur, de reconnaître si une essence de santal est pure ou si elle est mélangée avec une autre essence (cèdre, cubèbe, copahu, térébenthine). Dans le premier cas, le réactif donne un liquide visqueux qui devient pâteux et se transforme très rapidement en une masse solide adhérant fortement au verre. Cette masse est facile à reconnaître à sa couleur gris-bleu clair ou grisâtre et à l'aspect poussiéreux qu'elle prend en vieillissant. Dans le second cas, la masse résineuse ne se solidifie pas entièrement et conserve toujours une teinte foncée avec un éclat brillant très distinct. En versant sur un verre dépoli 2 à 3^{cgr} d'essence mélangés à une goutte d'acide sulfurique et en y appliquant l'extrémité aplatie d'une petite tige de verre suspendue verticalement au-dessous du plateau d'une balance, on peut mesurer l'adhérence de l'essence au verre et, à l'aide des nombres obtenus, non seulement démontrer l'existence d'un mélange, mais

([1]) GÉRARD, *Thèse*. Paris, 1891.

encore déterminer, avec une approximation suffisante, la proportion de l'essence qui a été ajoutée au santal pur. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur deux échantillons d'eaux des mers arctiques.* Note de M. J. **Thoulet.**

« Les échantillons ont été recueillis en 1891, pendant une campagne dans les mers arctiques, par M. Ch. Rabot, qui a bien voulu m'en confier l'étude. Ils me sont parvenus en parfait état de conservation, dans des flacons bouchés à l'émeri. La densité a été prise à l'aide d'un aréomètre océanographique de précision; la filtration a été faite sur des rondelles de biscuit de porcelaine avec un appareil dont j'ai donné ailleurs la description. Le résidu desséché a été pesé, puis calciné et pesé de nouveau, enfin examiné et analysé au microscope.

» I. Recueilli à la surface le 29 juillet 1891, à 4h du soir, entre la côte septentrionale d'Islande et l'île Jan-Mayen, par 68°33′ latitude nord et 12°55′ longitude nord-ouest de Paris; couleur de la mer, bleue; température de l'air, 6°; température de l'eau à la surface, 6,2.

Profondeur de la mer (Mohn).....	2048m environ
$S_4^{6,2}$ (*in situ*)....	1,0261
$S_4^{15,3}$ (dans le laboratoire).........	1,0245
$S_{17,5}^{17,5}$ (calculée)..................	1,0253
$Q_{17,5}^{17,5}$..........................	33,1

» *Filtration.* — Moyenne de trois expériences ayant porté respectivement sur 3317, 2331 et 3758, soit en tout 9406cc.

	mgr
Matières organiques en suspension (par litre)	0,97
Matières minérales » »	0,24
Total des matières en suspension »	1,21

» II. Recueillie à la surface le 15 août 1891, entre la côte orientale d'Islande et la Norvège par 62°7′ latitude nord et 1°43′ longitude nord-ouest de Paris; température de la mer à la surface, 12.

Profondeur de la mer (Mohn)......	400m environ
S_4^{12} (*in situ*)......................	1,0269
$S_4^{14,2}$ (dans le laboratoire)..........	1,0264
$S_{17,5}^{17,5}$ (calculée)..................	1,0269
$Q_{17,5}^{17,5}$..........................	35,2

» *Filtration.* — Moyenne de trois expériences ayant porté respectivement sur 2583, 2203 et 1469, soit en tout 6255^{cc}.

Matières organiques en suspension (par litre).....				^{mgr} 2,14
Matières minérales	»	»	.....	0,63
Total des matières	»	»	.....	2,77

» La comparaison des résultats obtenus pour I et II se résume de la façon suivante.

» L'eau de I est à peu près aussi légère *in situ* que l'eau de II, ce qui explique l'égalité de vitesse constatée des courants dans les deux localités, et notablement plus légère en valeur absolue par suite du voisinage des glaces.

» L'eau de I est bien moins chargée de sédiments organiques et inorganiques que l'eau de II, sans doute à cause de l'absence de cours d'eau ayant lavé des terres couvertes de végétation. Il serait intéressant de savoir si l'eau des bancs de Terre-Neuve présente les mêmes caractères par rapport à des eaux récoltées au nord de l'île, vers l'entrée de la mer de Baffin. Dans le cas où il en serait ainsi, on aurait une nouvelle preuve de l'arrêt du courant de Cabot par le Gulf-Stream marchant dans une direction perpendiculaire, de l'existence des remous laissant précipiter les sédiments minéraux qui, joints à ceux apportés par les glaces côtières flottantes, constituent les bancs, et de l'accumulation, au contact des eaux froides, des substances organiques servant directement ou indirectement à la nourriture des nombreuses morues et autres poissons dont la présence locale serait ainsi expliquée.

» L'échantillon I contient du quartz en grains arrondis ($0,13 \times 0^{mm},09$) plus petits que les grains arrondis de II ($0,28 \times 0,24$), ce qui est attribuable à ce que les premiers proviennent des fines boues glaciaires des terres arctiques, et qu'en outre la profondeur de la mer, près de la Norvège, étant moindre, le mauvais temps a pu faire remonter à la surface des sédiments déposés sur le fond. La dimension moyenne des grains quartzeux anguleux, c'est-à-dire transportés par les courants, est de 0,02 dans I sur le trajet du courant arrivant du pôle, le long duquel ne se produit presque aucune érosion, et de 0,09 dans II. L'échantillon I avait en outre quelques rares parcelles de mica ($0,05 \times 0,02$) et de calcédoine; la fritte laissée par la calcination du filtre était attirable à l'aimant, et l'analyse microchimique y montrait la présence de la chaux, absente dans II. Ce dernier fait résulte de la constitution géologique des terres situées au-dessus du courant

polaire descendant, le Spitzberg où se trouvent des terrains siluriens, tandis que, près de la côte norvégienne, le Gulf-Stream, très affaibli par son long parcours, a perdu son calcaire en suspension, et la presqu'île scandinave, de nature cristalline, n'en a point fourni.

» La proportion des matières minérales en suspension dans les eaux est d'une importance considérable. J'ai démontré que, par suite de l'attraction exercée, indépendamment de toute action chimique, par un solide immergé, sur un corps dissous, les particules en suspension dans les fleuves se précipitent aussitôt que ceux-ci parviennent au contact de l'eau salée, et, d'autre part, que l'air pouvait jouer le rôle d'un corps dissous. Cette propriété contribue à soutenir ces poussières près de la surface de la mer. Ainsi que l'a prouvé M. J. Murray, les particules minérales siliceuses sont assimilées par les diatomées, transformées par elles en silice, et, lorsqu'elles sont tombées sur le fond après la mort de l'être vivant, elles apportent leur contingent de silice aux roches sédimentaires en formation sur le lit de l'Océan.

» Ces considérations, qu'un nombre trop restreint d'analyses ne permet d'énoncer qu'à l'état d'hypothèses et qui intéressent à un si haut degré la Géologie, montrent combien il importerait d'étudier les résidus de filtration d'eaux marines récoltées en divers points des océans. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles remarques sur la* pœcilogonie. Note de M. Alfred Giard.

« Il y a quelques mois, dans une Communication à l'Académie (*Comptes rendus* du 2 février 1891), j'ai fait connaître et désigné sous le nom de *pœcilogonie* la particularité que présentent certains animaux appartenant à une même espèce de suivre un développement ontogénique différent en divers points de leur habitat ou même dans une localité unique, mais dans des conditions éthologiques variées.

» La *pœcilogonie* est un phénomène d'ordre général qui mérite toute l'attention des biologistes. Il importe d'en faire ressortir l'importance, et je profite, pour cela, de l'occasion que vient m'offrir la découverte récente de deux cas nouveaux par les professeurs W.-K. Brooks et F.-H. Herrick (¹).

(¹) *The embryology and metamorphosis of the Macroura* (*Johns Hopkins University circulars*, vol. XI, nº 97. Baltimore, april 1892, pp. 67-68).

» Un Crustacé macroure, assez abondant sur la côte atlantique de l'Amérique du Nord, l'*Alpheus heterochelis*, présente trois modes de développement différents suivant les localités où on l'étudie. A Key-West (Floride), l'embryon sort de l'œuf comme la jeune écrevisse, avec tous les caractères de l'animal adulte; le développement est condensé (cœnogénétique), ainsi que l'avait constaté Packard. Aux îles Bahama, au contraire, l'*A. heterochelis* a une larve qui passe par cinq états différents avant de ressembler à l'adulte; le développement est dilaté (palingénétique). Enfin, à Beaufort (Caroline), la même espèce sort de l'œuf sous une forme assez semblable aux stades embryonnaires 2 et 3 des larves observées aux îles Bahama.

» Le second cas est encore plus curieux. Dans une même localité (New-Providence, aux Bahama), l'*Alpheus Saulcyi*, commensal de deux sortes d'éponges, l'une verte, l'autre brune, présente deux modes d'embryogénie différents suivant les conditions éthologiques. Les individus qui vivent dans l'éponge verte ont un grand nombre d'œufs très petits dont le développement est dilaté; ceux qui vivent dans l'éponge brune portent un petit nombre d'œufs très gros, d'où sortiront, par développement condensé, des larves plus rapprochées de l'état adulte.

» Le cas de l'*Alpheus Saulcyi* est donc tout à fait comparable à celui de *Palæmonetes varians* que nous avons fait connaître, Boas et moi [1], mais, comme les deux formes de l'*Alpheus* ont été observées dans une même localité, on peut en déduire que le facteur température n'entre pas directement en jeu sans la production des variétés *macrogenitor* et *microgenitor* de *Palæmonetes* [2].

» Il est inutile de faire remarquer que la pœcilogonie nous montre de la

---

(1) A. Giard, *De l'influence de l'éthologie de l'adulte sur l'ontogénie de* Palæmonetes varians (*Bulletin de la Société de Biologie*, 4 mai 1889, p. 326-328, et Boas, *Vidensk. Meddel. fra naturh. Foren. i Kjobenhavn*, 1889).

(2) Il serait intéressant de savoir jusqu'à quel point les variétés pœcilogoniques sont transmissibles par hérédité. Brooks paraît croire que chez *Alpheus Saulcyi* les individus parasites de l'éponge verte (var. *microgenitor*) sont nés de la variété de l'éponge brune (var. *macrogenitor*); qu'arrivés à une certaine taille ils ont émigré dans l'éponge verte et se sont adaptés à ce nouvel habitat. Cette opinion ne me paraît pas démontrée, bien que l'exemple de *Leptoclinum Lacazi* où les individus pœcilogoniques habitent le même cormus et celui de *Leptodora* dont nous parlons plus loin semblent venir l'appuyer. Dans le cas de *Palæmonetes*, la question pourrait être tranchée par l'expérience, et je regrette bien que l'installation insuffisante du laboratoire de Wimereux ne m'ait pas permis de la résoudre.

façon la plus nette, et avec la précision d'une expérience toute faite, par quels processus s'est opéré le passage de l'embryogénie dilatée à l'embryogénie condensée dans les genres très nombreux où ces deux formes de reproduction se rencontrent chez des espèces voisines.

» Au point de vue taxonomique, l'importance de la pœcilogonie est très grande également. Qu'une des variétés pœcilogoniques d'une même espèce vienne à présenter une modification, si légère soit-elle, de l'état adulte, les classificateurs ne manqueront pas d'en faire une espèce nouvelle. En raisonnant d'après les idées généralement acceptées aujourd'hui, on justifierait ainsi cette création : sans doute les deux formes sont très voisines à l'état adulte, mais les différences embryogéniques suffisent pour nécessiter une distinction spécifique. Et, en fait, une foule d'espèces entomologiques sont établies sur des considérations de cette nature (par exemple dans les genres *Deilephila*, *Cucullia*, etc.). Il ne sera pas toujours facile de distinguer si des espèces voisines sont issues de races pœcilogoniques ou si elles proviennent de formes convergentes à l'état adulte, mais ayant des larves originairement distinctes. Je crois cependant que, dans beaucoup de cas, l'expérience pourra résoudre la difficulté. Chez les espèces d'origine pœcilogonique, la différenciation des adultes portant sur des caractères quelconques et généralement indépendants du système génital, la fécondité des croisements sera le plus souvent conservée à un certain degré. Chez les espèces convergentes, au contraire, la différenciation spécifique étant établie depuis longtemps et bien antérieurement à la convergence, les croisements seront stériles et souvent même impossibles. J'ai constaté, par exemple, que les diverses espèces de *Typhlocyba* de la section de *T. rosæ*, si merveilleusement convergentes qu'on les distingue difficilement même à la loupe, sont dans un état d'amixie forcée, l'appareil copulateur présentant des différences énormes chez des formes qui paraissent identiques et qui vivent souvent côte à côte sans jamais se croiser (*T. rosæ*, *T. hippocastani*, *T. Douglasi*, etc.). La comparaison des formes pœcilogoniques et des formes convergentes nous explique ainsi dans une certaine mesure les différences qui existent au point de vue de la fécondité des croisements des diverses espèces à l'état sauvage, différences qui ont vivement et à juste titre préoccupé Darwin et Romanes.

» J'ai montré ailleurs que le développement dimorphe de *Leptodora hyalina* et de certains *Syncorynes*, souvent désigné sous le nom vague et confus de *génération alternante*, est, en réalité, un cas de *pœcilogonie saisonnière*, se rattachant facilement aux exemples de *pœcilogonie géographique*

et de *pœcilogonie éthologique* que nous avons cités. Le dimorphisme saisonnier de quelques Lépidoptères, Diptères, etc., n'est qu'un cas limite de *pœcilogonie saisonnière*.

» Lorsque la condensation embryogénique est poussée plus loin, elle aboutit à des phénomènes de progénèse qui viennent encore compliquer la pœcilogonie, soit éthologique (cas de l'Axolotl), soit saisonnière (cas des Cténophores signalé par Chun). Enfin la parthénogénèse obligatoire, qui n'est, comme je l'ai fait voir ([1]), que le résultat de la condensation embryogénique étendue aux premiers phénomènes de l'ovogénie, peut aussi s'ajouter à la pœcilogonie. Les phénomènes connus sous le nom d'*hétérogonie* chez les Trématodes, les Aphidiens, les Cynipides, etc., le développement pœdogénétique des Cécidomyes et des *Chironomus* ne sont que des cas de pœcilogonie éthogique ou saisonnière compliqués de parthénogénèse. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Sporozoaire parasite des muscles des Crustacés décapodes.* Note de MM. F. **Henneguy** et P. **Thélohan**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les Palémons (*Palæmon rectirostris* Zadd.), qui vivent dans les marais salants du Croisic, présentent chaque année, en été, un assez grand nombre d'individus infestés par un parasite appartenant au groupe des Sporozoaires, et que l'un de nous a fait connaître en 1888 ([2]). Ces individus se distinguent à première vue par leur opacité; ils sont d'un blanc crayeux caractéristique, tandis que les Palémons normaux sont, à l'état vivant, d'une transparence parfaite. Cette opacité est due à la présence dans les faisceaux musculaires d'un nombre considérable de petites masses granuleuses. Chacune de ces masses représente une petite vésicule de 10 μ de diamètre, entourée d'une membrane très mince et renfermant huit corpuscules réfringents.

» Ceux-ci, légèrement piriformes, mesurent 3 à 4 μ dans leur plus grand diamètre. Leur partie la plus renflée contient une vacuole claire qui oc-

---

([1]) Giard, *Sur les globules polaires*, etc. (*Bull. scientifique*, t. XXII, p. 220; 1890).

([2]) Henneguy, *Note sur un parasite des muscles du* Palæmon rectirostris (*Mémoires publiés par la Société Philomathique à l'occasion du Centenaire de sa fondation*, 1888).

cupe plus de la moitié du corpuscule; la petite extrémité est constituée par une substance réfringente.

» Ces corpuscules, par leur aspect, rappellent ceux de la Pébrine et les spores de certaines Myxosporidies, telles que celles des Gobies et de l'Épinoche. Leur siège exclusif dans les fibres musculaires des Palémons infestés nous avait conduit à ranger ces productions parasitaires parmi les Sarcosporidies, tout en les considérant comme une forme de passage entre celles-ci d'une part et, d'autre part, les Microsporidies et les Myxosporidies.

» Malheureusement, tous les Palémons que nous avions examinés présentaient le parasite arrivé au terme de son évolution, à l'état sporifère, et nous n'avions aucune notion sur son mode de développement.

» Garbini ([1]), en 1891, a trouvé dans les muscles de *Palæmonetes varians* Hell. récoltés dans les environs de Vérone, un Sporozoaire très voisin de celui de *Palæmon rectirostris;* il se présentait sous forme de vésicules allongées en fuseaux contenant huit spores piriformes. L'auteur n'a pu observer les premiers stades du développement de ce parasite qu'il regarde comme une Sarcosporidie.

» A la même époque, l'un de nous ([2]) signalait l'existence de parasites dans les muscles du *Callionymus lyra* L. et du *Cottus scorpius* L., et attirait l'attention sur les rapports que présentaient ces organismes avec le parasite du Palémon et celui découvert par Gluge chez l'Épinoche, pour lequel il proposait le nom de *Glugea microspora*. En continuant l'étude de ces Sporozoaires, il a pu constater dans les spores de la *Glugea* l'existence d'une capsule à filament spiral ([3]), élément qui caractérise, comme on le sait, les spores des Myxosporidies.

» Depuis, il a pu faire la même observation relativement aux spores du parasite des muscles du *Cottus*.

» Il était dès lors à présumer que le parasite des muscles des Palémons présentait également ce caractère et devait également être classé parmi les *Myxosporidies*. Une observation toute récente est venue confirmer cette

---

([1]) Garbini, *Contributo alla conoscenza dei Sarcosporidi* (*Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, vol. II, février 1891).

([2]) Thélohan, *Sur deux Sporozoaires nouveaux parasites des muscles des Poissons* (*Comptes rendus*, janvier 1891).

([3]) Thélohan, *Note sur la* Glugea microspora (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 30 janvier 1892).

hypothèse et nous a permis d'étudier le développement des spores. Grâce à l'obligeance de M. le professeur Giard, nous avons pu examiner un *Crangon vulgaris* Fabr., provenant de Boulogne, et qui présentait l'aspect crayeux déjà signalé à propos des Palémons infestés.

» A l'examen microscopique, nous avons trouvé tous les muscles envahis par un parasite d'aspect identique à celui du Palémon, dont il ne diffère que par ses dimensions un peu plus considérables, les spores mesurant 5 à 6 μ, au lieu de 3 à 4.

» Ces spores sont également, ici, groupées par huit dans une vésicule à parois très minces. Elles sont piriformes, possèdent une enveloppe résistante à la potasse, et leur grosse extrémité est occupée par une vacuole claire, comme dans celles du parasite du Palémon, du Cotte, etc.

» En les traitant par l'acide chlorhydrique ou par l'acide nitrique, nous avons pu constater la sortie d'un filament au niveau de la petite extrémité. Cette sortie est toutefois très difficile à provoquer, et nous ne l'avons observée qu'un très petit nombre de fois, malgré des efforts répétés.

» Outre les vésicules contenant huit spores et qui représentent le terme ultime de l'évolution du parasite, nous avons rencontré toute une série d'états plus jeunes, qui nous a permis de suivre le développement des spores et de combler ainsi la lacune qui existait dans l'histoire du parasite du Palémon.

» Ici, en effet, à côté des spores mûres, nous avons observé de petites sphères plasmiques munies d'un noyau. Ces petits éléments s'entourent d'une mince enveloppe d'une substance hyaline, résistant à l'action de la potasse. Ils mesurent de 12 à 14 μ. On voit bientôt le noyau perdre sa membrane et affecter la disposition connue sous le nom de *peloton chromatique*. On assiste ensuite à la formation d'une plaque équatoriale, à son dédoublement, etc. Il s'agit donc bien là d'une division par karyokinèse. Nous n'avons pas réussi à voir nettement les filaments achromatiques, probablement à cause des petites dimensions des éléments. La division indirecte du noyau chez les Myxosporidies a, d'ailleurs, été déjà signalée par l'un de nous ([1]).

» Après la division du noyau, le plasma ne tarde pas à se diviser à son tour et dans l'enveloppe on observe deux petites masses nucléées. Les mêmes phénomènes de division se répètent et, par bipartitions succes-

---

([1]) Thélohan, *Recherches sur le développement des spores chez les Myxosporidies* (*Comptes rendus*, novembre 1890).

sives, on arrive à avoir dans l'enveloppe huit petites masses munies d'un noyau, aux dépens de chacune desquelles va se former une spore.

» La formation de celle-ci est impossible à suivre en détail à cause de ses petites dimensions.

» En résumé, l'organisme que nous avons observé chez le Crangon doit être rangé parmi les Myxosporidies, puisque les spores renferment un filament déroulable.

» Il est intéressant par son habitat, car la présence de Myxosporidies n'avait encore été signalée parmi les Arthropodes que chez la *Tortrix viridana* L., par M. le professeur Balbiani.

» Ce parasite est très voisin de la *Glugea* et des parasites du Cotte et du Callionyme : il en diffère par le nombre constant (8) des spores qui se développent dans chaque vésicule mère.

» Il nous a permis de confirmer les observations de l'un de nous relatives à la karyokinèse chez les Myxosporidies.

» Enfin, ses rapports avec le parasite du Palémon sont tellement étroits que l'on peut, croyons-nous, étendre à ce dernier les résultats de nos observations (¹) ».

ZOOLOGIE. — *Les premières phases du développement de certains vers Nématodes*. Note de M. **Léon Jammes**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« J'ai étudié le développement d'un *Oxyure* que je rapporte à l'*O. longicollis* Schn., et qui vit en parasite dans l'intestin (*cœcum*) de la *Testudo nemoralis* Aldr. Les embryons de cet *Oxyure* sont nombreux dans les poches incubatrices des générateurs et atteignent, avant de quitter les voies sexuelles, un état très avancé d'organisation. Ces deux faits rendent assez accessible l'observation des divers aspects embryonnaires et m'ont permis d'établir, d'une façon à peu près complète, la série de leurs transformations.

» L'œuf est enfermé dans une coque ovalaire que l'embryon ne quitte qu'à un état très voisin de l'âge adulte; la plupart des embryons que j'ai observés n'avaient pas encore abandonné cet appareil protecteur.

» La segmentation est totale et égale. D'abord globuleux, l'œuf se divise en deux cellules semblables; la scission agit pareillement sur ces deux

---

(¹) Travail du laboratoire de M. le professeur Balbiani, au Collège de France.

blastomères et détermine d'abord la formation d'une *morule* régulière, à peu près sphérique, et composée de 30 à 40 éléments environ. La morule continue à s'accroître, mais, à partir de ce moment, elle montre une tendance manifeste à perdre son aspect globuleux pour revêtir une forme de plus en plus allongée. Lorsque ce changement commence à apparaître, on observe souvent, sur l'une des extrémités allongées de la *morule*, un petit groupe de cellules (deux et quelquefois quatre) qui se distinguent des autres par leur volume un peu plus grand et surtout par leur position exclusive à l'une des extrémités de l'embryon. Il existe toutefois, dans la morule, d'autres cellules aussi volumineuses que celles-là, et, en outre, dans les phases suivantes, ces cellules perdent tous leurs caractères distinctifs et se confondent avec les autres dans la masse commune. On doit donc considérer ces éléments comme retardataires dans la segmentation et non pas comme chargés de remplir un rôle génétique spécial.

» Cette prolifération aboutit à la formation d'un corps dont l'aspect est cylindro-conique. L'extrémité, qui correspond à la base, deviendra la région buccale; l'autre extrémité, amincie, correspond à la queue. Ce corps est une *Planule*, dans laquelle on distingue une assise superficielle de cellules cubiques et une masse cellulaire compacte sous-jacente. L'assise périphérique représente l'*ectoderme* et la masse sous-jacente le *mésendoderme*.

» Le fait le plus important de cette embryogénie est la division du *mésendoderme* en *mésoderme* et *endoderme* définitifs. Cette division est le résultat d'un clivage circulaire qui se produit au sein de ce *mésendoderme*. Le clivage divise sa masse en deux portions : l'une centrale, ayant la forme d'un cylindre plein, dirigé d'avant en arrière, suivant le grand axe de l'animal; l'autre tubulaire, contenant à son intérieur le cylindre cellulaire central, et revêtue extérieurement par l'assise cellulaire ectodermique. D'ordinaire, ce clivage apparaît tout d'abord dans la région moyenne du corps, et gagne de proche en proche les extrémités. L'espace vide circulaire, qui apparaît au sein du *mésendoderme*, a pour effet de le diviser en deux portions désormais distinctes l'une de l'autre : la première adhérente à la face interne de l'*ectoderme*, c'est le *mésoderme définitif;* la seconde, centrale, qui est l'*endoderme définitif*. L'espace vide s'accroît lui-même et devient la *cavité générale*.

» L'*endoderme définitif* est, à son début, constitué par un cylindre à section circulaire, à peu près régulier dans toute sa longueur; toutefois, on ne tarde pas à voir apparaître, suivant son axe, une lumière capillaire qui

deviendra plus tard la *cavité digestive*. La paroi intestinale est alors formée par une seule assise cellulaire. Le tube digestif se renfle, en outre, dans la partie antérieure de l'embryon, en une sphère qui deviendra le *bulbe stomacal* de l'adulte. A ce moment, la paroi de l'œsophage est représentée par trois ou quatre assises de cellules; cet organe n'a pas encore acquis toute sa longueur. Plus tard, le tube endodermique se met en relation par ses deux bouts avec l'*ectoderme* pour former, aux extrémités de l'animal, une *bouche* et un *anus*.

» Le *mésoderme définitif* est représenté par une seule couche cellulaire adhérant à l'*ectoderme*. Toutefois, dans la région moyenne du corps, en arrière de la partie endodermique qui se renfle en bulbe stomacal, les assises mésodermiques sont au nombre de *deux*. Elles constituent alors des groupes cellulaires relativement volumineux, précisément dans la région où vont se développer les glandes sexuelles. Il n'existe aucun revêtement mésodermique à la surface de l'intestin et cette absence concorde avec celle d'un feuillet viscéral du mésoderme embryonnaire.

» Ce développement, qui ne comporte aucune phase gastrulaire réelle, est, par suite, bien différent de celui qui a été décrit jusqu'ici par la plupart des auteurs comme existant chez les Nématodes. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'histoire de l'ambre gris*. Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Il y a une vingtaine d'années, j'eus l'occasion d'examiner des échantillons d'ambre gris, de provenance authentique, qui me furent remis par un négociant du Havre.

» L'examen microscopique et chimique de ce produit m'amena à le considérer comme étant d'une nature analogue à celle des calculs intestinaux. Mais, ce qui frappa surtout mon attention, ce fut la présence d'un grand nombre de mâchoires de Céphalopodes entières et fragmentées. Je pensai de suite qu'il pourrait y avoir une relation de cause à effet entre cette particularité et l'existence de la matière odorante qui fait rechercher l'ambre gris.

» Je supposai donc que le parfum provenait, non du Cétacé, mais des Céphalopodes qu'il avale en grande quantité. On sait, en effet, que plusieurs de ces Mollusques exhalent une odeur très prononcée, qui se conserve après la mort et même la dessiccation de l'animal. Les anciens connaissaient

divers Céphalopodes odorants, que l'on utilisait dans la parfumerie, en leur attribuant les propriétés que nous reconnaissons à l'ambre gris.

» On peut admettre que, par son mélange avec les produits biliaires, le parfum céphalopodique se modifie de manière à agir sur notre odorat comme le fait l'ambre gris.

» Le pigment mélanique, qui était assez abondant dans les échantillons examinés, me paraît provenir également des Céphalopodes ingérés, qui en renferment une très grande quantité. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la Brunissure, maladie de la Vigne causée par le* Plasmodiophora Vitis. Note de MM. **P. Viala** et **C. Sauvageau**, présentée par M. P. Duchartre.

« Dès 1882, on a observé, dans les vignobles méridionaux, une maladie des feuilles de la Vigne que l'on a désignée plus tard sous le nom de *Brunissure*. Nous avons constaté cette affection dans l'Aude, la Haute-Garonne, la Loire-Inférieure, les Charentes, le Maine-et-Loire, la Côte-d'Or, le Gard, l'Hérault, et aux environs de Paris. Nous avons reçu d'Ismaïl (Bessarabie-Russie) des feuilles attaquées par cette maladie, et l'un de nous l'a retrouvée aux États-Unis, dans le Maryland, les Carolines, la Virginie et le Texas.

Depuis 1882, la *Brunissure* s'est développée en France d'une façon fort irrégulière; elle a pris le caractère de maladie grave seulement en 1889 et 1890, dans l'Aude et surtout aux environs de Montpellier et de Béziers. Certaines parcelles de vignes, des terrains bas et humides aussi bien que des coteaux secs, avaient perdu la plus grande partie de leurs feuilles par le seul effet de cette maladie et malgré les traitements aux sels de cuivre donnés contre le Mildiou; les raisins n'avaient pas mûri; ils étaient petits, vert-rougeâtres et, dans quelques cas, ridés et desséchés. La perte pouvait être estimée au tiers ou aux deux tiers de la récolte; le vin produit par ces fruits mal mûris fut sans valeur.

» Chaque année, la *Brunissure* est disséminée soit d'une façon générale dans quelques parcelles de vignes, soit seulement sur quelques feuilles ou sur quelques souches d'un même vignoble. C'est au mois d'août, septembre et octobre qu'elle se développe avec le plus d'intensité; généralement, on ne commence à l'observer qu'en juillet.

» La Brunissure n'attaque que les feuilles; les premières lésions se présentent, sur

leur face supérieure, comme des taches irrégulièrement carrées ou étoilées, de quelques millimètres, d'une couleur brun clair, et bien délimitées sur leurs bords; elles sont groupées entre les nervures. Ces taches s'agrandissent, forment peu à peu de larges plaques brunes qui s'étendent de plus en plus, et bientôt la couleur verte normale des feuilles saines n'existe plus qu'au pourtour du limbe et le long des nervures; la teinte brune est surtout accusée dans la région du pétiole. A ce moment, l'altération de la face supérieure ne se manifeste par aucune lésion sur la face inférieure, qui paraît encore absolument saine.

» Aux dernières périodes du développement de la maladie, la face supérieure prend une teinte foncée brun grisâtre et terne; les nervures jaunes sont marquées de brun de loin en loin, signe de leur altération partielle. Le limbe présente alors, sur les deux faces et entre les nervures, des taches d'un brun acajou, comme celles qui résultent de la brûlure. Rien ne montre extérieurement quelle peut être la cause de la maladie. L'arrêt dans le développement et la maturité des fruits, l'aspect souffreteux et languissant des souches sont le résultat indirect de l'altération des feuilles.

» Nos recherches nous ont permis d'affirmer et de préciser la nature parasitaire de la Brunissure.

» Nous n'avons pu suivre le développement complet du parasite, car, jusqu'à ce jour, nous avons dû nous limiter à étudier la maladie sur des feuilles séchées depuis deux et trois ans; son étude, dans ces conditions, est très délicate, et nous donnerons dans un Mémoire ultérieur la technique dont nous nous sommes servis.

» Le parasite de la Brunissure est un Champignon Myxomycète; il se rapproche de celui que M. Woronine a reconnu être la cause de la grave maladie de la *Hernie du chou*, et qu'il a décrit sous le nom de *Plasmodiophora Brassicæ*. Mais le Champignon de la Brunissure ne détermine pas la déformation des parties attaquées; il envahit les cellules des feuilles, se substitue à leur contenu, sans les déformer; nous le classons provisoirement dans le genre *Plasmodiophora*, sous le nom de *Pl. Vitis*.

» Pendant les premières phases de la maladie, le parasite se développe surtout dans les cellules en palissade; il envahit plus tard les éléments du tissu lacuneux, mais n'existe que très rarement dans l'épiderme; son plasmode, dans les jeunes lésions, est difficile à distinguer du contenu cellulaire; puis, en se nourrissant aux dépens de l'amidon et du protoplasme de la cellule, il finit par envahir la cellule tout entière. Tous les points de la feuille qui ont pris la couleur brune sont attaqués.

» Le plasmode affecte dans les cellules des formes très diverses: tantôt il se substitue entièrement au contenu, est assez dense, un peu sombre, granuleux, mais, à un fort grossissement, ces granulations se résolvent en vacuoles; tantôt il tapisse seulement les parois cellulaires d'une couche qui, à un fort grossissement, se montre comme un réseau à mailles plus ou moins régulières.

» Dans d'autres cellules, il présente seulement des plages plus larges, vacuolaires,

reliées les unes aux autres par de fins tractus protoplasmiques; ces plages et ces tractus peuvent d'ailleurs communiquer d'une cellule à l'autre. D'autres fois encore, la masse du plasmode, dans chaque cellule, renferme un grand nombre de vacuoles très proches l'une de l'autre, assez régulièrement sphériques et réfringentes; on la dirait composée d'une association de globules. Il n'est pas rare non plus que le plasmode très finement vacuolaire se condense dans une région de la cellule, le plus souvent vers le sommet ou vers la base, en une masse irrégulière dont le pourtour est hyalin et le centre grumeux. Quelle que soit la figure prise par le parasite, les membranes cellulaires de l'hôte ne sont pas déformées.

» Dans bien des cas enfin, surtout dans les lésions les plus avancées, le plasmode se fragmente, dans chaque cellule, en masses assez régulièrement sphériques, de nombre et de dimensions variables, isolées et indépendantes les unes des autres. Parmi ces sphères, les unes sont complètement homogènes, denses, réfringentes, ont l'apparence d'une gouttelette d'huile, mais possèdent les réactions du protoplasme; d'autres sont pourvues au centre d'une large vacuole; d'autres enfin sont très finement vacuolaires, et constituées par une sorte de réseau protoplasmique. On trouve toutes les formes de passage entre ces différents états. Quoique les sphérules homogènes soient privées de membrane, on serait tenté de les comparer à des kystes, qui joueraient peut-être un rôle dans la dissémination du parasite.

» Bien que nous ayons fait un nombre considérable de coupes dans les feuilles malades, nous n'avons pas réussi à observer des spores; d'après M. Woronine, elles se forment cependant facilement dans le cas de la Hernie du Chou.

» Comme nous l'avons dit, nous avons observé la Brunissure sur des Vignes traitées aux sels de cuivre; il ne faudrait cependant pas en conclure que les sels de cuivre ne seront d'aucune efficacité contre elle. Il est certainement impossible de détruire le parasite quand il est dans les cellules dont il digère le contenu, mais l'étude du développement complet du *Plasmodiophora Vitis* que nous comptons suivre pourra amener à préciser le traitement préventif de la Brunissure. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la sécrétion de l'oxygène dans la vessie natatoire des Poissons.* Note de M. **Chr. Bohr.**

« 1° Les expériences de M. Moreau nous ont fait connaître toute une série de conditions d'où dépend la sécrétion de l'oxygène dans la vessie natatoire, et nous ont donné des éclaircissements sur la portée de l'observation faite d'abord par Biot, savoir que la vessie natatoire des Poissons bathyphiles est souvent remplie d'un gaz dont la composition le rapproche de l'oxygène pur. En expérimentant d'après ces questions, durant l'automne de 1891, j'ai pu constater pleinement, sur le *Gadus callaris,* les

résultats de M. Moreau, tant par rapport à l'influence que la profondeur, à laquelle ce Poisson vit dans la mer, exerce sur la richesse en oxygène de l'air de la vessie natatoire, que relativement aux conséquences d'une ponction vésicale. J'ai pratiqué un total de trente-deux ponctions de ce genre sur vingt-trois spécimens différents du *Gadus callaris* et, *dans tous les cas,* observé qu'un fort accroissement se produisait, au bout de douze heures au plus, dans la teneur pour 100 en oxygène contenu dans l'air de la vessie natatoire, cet air en arrivant de la sorte à contenir jusqu'à 80 pour 100 d'oxygène. Dans une série de cas, j'ai pu également prouver que, au bout de douze heures, la quantité absolue d'air contenue dans la vessie natatoire était réintégrée. C'est donc là une nouvelle confirmation de l'opinion de M. Moreau, que la formation de l'oxygène dans la vessie natatoire est due à une sécrétion spécifique.

» 2° Mes expériences m'ont en outre montré que cette sécrétion d'oxygène s'*arrête complètement*, aussitôt qu'on résèque les *rami intestinales nervi vagi*, opération qui, sur le Poisson dont je me suis servi, se laisse effectuer aisément, sans que les parties molles souffrent de lésion notable. Après la résection de ce nerf, la ponction de la vessie natatoire ne cause plus d'accroissement dans la quantité d'oxygène que contient l'organe en question, et si cette ponction a vidé la vessie, il cesse de s'y produire aucun gaz, en sorte qu'à l'autopsie on trouve la vessie entièrement vide et aplatie. C'est ce que j'ai constaté sans exception dans dix-sept ponctions entreprises sur douze Poissons chez qui le nerf sus-mentionné avait été coupé. Pour surcroît de sûreté, j'ai, en outre, essayé sur deux Poissons une opération préparatoire tout à fait identique à la résection des *rami intestinales,* à cela près que, laissant intacts ces nerfs-là, j'ai réséqué à leur place les *rami cardiaci nervi vagi*. Dans les deux cas, la ponction a été, comme d'ordinaire, suivie de la production d'un gaz singulièrement riche en oxygène dans la vessie natatoire. L'*intégrité des* rami intestinales nervi vagi *est donc une condition nécessaire pour la sécrétion de l'oxygène dans la vessie natatoire.*

» 3° Partant du fait qu'un gaz très riche en oxygène reste longtemps dans une vessie natatoire, où une seule ponction en a suscité la sécrétion, j'ai cherché les conditions de la diffusion de l'oxygène à travers les parois de la vessie natatoire se trouvant hors de l'organisme. A cet effet, je me suis servi de la vessie natatoire d'un *Esox lucius*, je l'ai remplie d'air atmosphérique et alors je l'ai environnée d'oxygène pur à la pression de 760^{mm} environ. Il s'est montré que, si l'on emploie la vessie aussitôt après son abla-

tion, et qu'on la manie avec précaution, trois heures peuvent s'écouler sans que l'on constate la pénétration d'aucun oxygène dans la vessie, bien que les tensions respectives de l'oxygène, sur la face externe et sur la face interne, présentent une différence d'environ 600^{mm}. Si, au contraire, on désagrège l'épithélium, par exemple, en le traitant, durant plusieurs heures, par l'eau distillée, cet état de choses fait qu'au bout de trois heures la proportion de l'oxygène contenu dans la vessie s'accroît de quelques unités pour 100 : si maintenant l'on sèche à l'air cette vessie natatoire et qu'après l'avoir humectée d'eau on la soumette à une expérience tout à fait analogue à la précédente, la teneur en oxygène s'accroît de 6 pour 100 en trois heures.

» A l'état normal, les vessies natatoires semblent donc imperméables à l'oxygène en dedans des limites explorées ; la diffusion ne commence que quand l'épithélium est endommagé.

» Les expériences des paragraphes 1° et 2° ont été faites à la Station biologique danoise, dont le directeur, M. le Dr *J.-G. Petersen,* voudra bien recevoir mes meilleurs remerciements pour sa complaisance : si je n'avais pu disposer des excellents *tanks* installés dans cette Station, je n'aurais pu entreprendre ces expériences, qui exigent que le Poisson dont on se sert vive dans des conditions tout à fait normales. »

PHYSIOLOGIE. — *Action physiologique des climats de montagne.* Note de M. VIAULT, présentée par M. Arm. Gautier.

« Je viens soumettre à l'Académie les résultats des recherches que j'ai exécutées au mois d'octobre 1890, à l'Observatoire du Pic du Midi, et qui confirment en tout point les résultats obtenus par moi sur les hauts plateaux des Andes.

» L'Observatoire du Pic du Midi est situé à l'altitude de 2877^{m} (à très peu près l'altitude de Quito). J'avais envoyé à son regretté directeur, M. l'ingénieur Vaussenat, quinze jours avant d'y monter moi-même avec mes appareils, un certain nombre de chiens, lapins, cobayes et poules, qui s'y sont parfaitement acclimatés. Avant leur départ de Bordeaux, j'avais analysé le sang de tous ces animaux, au point de vue du nombre des globules, de la capacité respiratoire, c'est-à-dire de la quantité d'hémoglobine et, en ce qui concerne les chiens, de l'analyse des gaz du sang.

» Voici les résultats fournis par la numération des globules :

	A Bordeaux.	Au Pic du Midi.
	Par mmc.	Par mmc.
Lapine adulte	4520000	6440000
Lapin jeune......	5370000	7460000
Cobaye..........	4600000	5200000
Coq.............	2760000	3660000 } (en cage)
Poule	2800000	3760000 } (en cage)
Caille...........	3490000	3740000
Coq du Pic.......	»	3800000 (libre depuis 6 mois au Pic)

» Le sang de ces animaux contenait un nombre prodigieux de petits globules en voie de formation dont les uns (pour les coqs et la poule) sont déjà elliptiques avec un noyau bien formé et les autres plus petits encore arrondis et sans noyau.

» Chez l'homme et chez le chien, l'augmentation des globules n'a pas été très appréciable, bien que j'aie pu constater, au moyen de l'hémochromomètre, une augmentation de la capacité respiratoire du sang. Comme cette hyperglobulie existait à un degré élevé dans les observations faites par moi au Pérou, à l'altitude de 4392^{m}, on peut en conclure qu'elle ne se produit probablement, d'une manière très intense, qu'au-dessus de 3000^{m}.

» Quoi qu'il en soit, voici les chiffres que j'ai obtenus au Pic du Midi et que je donne, bien que les différences soient assez faibles, parce qu'ils sont aussi en série avec les résultats précédents, beaucoup plus nets :

	A Bordeaux.	Au Pic du Midi.
Moi..................	4730000	5230000 (globuline)
G. (cuisinier).........	»	5100000 (depuis 4 ans au Pic)
P. (domestique).......	»	5000000 id.
Vieux chien	4590000	5860000 (globuline)
Chienne adulte........ }	Pas de différence	
Jeune chienne......... }	Pas de différence	
Petit chat	»	7400000 (globuline)
Petite chatte..........	»	7360000 id.
Vieux chat	»	6520000

» On remarquera que, tandis que mon sang et celui des animaux nouvellement importés au Pic contenait un nombre considérable de petits globules, celui des hommes et du vieux chat habitant l'Observatoire depuis plusieurs années n'en présente pas, leur sang étant arrivé en quelque

sorte à un état d'équilibre en rapport avec le degré de la dépression barométrique.

» Parallèlement aux résultats fournis par la numération et qui accusent, dans la plupart des cas, l'effort de l'organisme pour mettre le milieu intérieur en harmonie avec les conditions du milieu extérieur, les examens de la capacité respiratoire, pratiqués au moyen du calorimètre ou de l'analyse du sang par la pompe à mercure, m'ont amené également à cette conviction que l'organisme, loin de subir passivement l'influence de la raréfaction de l'oxygène, cherche à lutter et lutte victorieusement contre cette condition défavorable.

» Le mal des montagnes, le *soroche* des Andes, n'est qu'un épisode violent, que la première phase d'une lutte où l'organisme, terrassé d'abord, ne tarde pas à reprendre le dessus. Cette lutte à laquelle nous assistons en mainte autre circonstance, par exemple à la suite des grandes hémorragies, des asphyxies chroniques, lutte où le médecin peut seconder l'effort de la nature, c'est ce qu'on pourrait appeler la *lutte pour l'oxygène*.

» C'est donc en vertu de cette tendance naturelle de l'organisme à reconquérir l'oxygène dont il a été privé, qu'on voit le séjour dans l'atmosphère raréfiée des montagnes se traduire, en dehors de toute autre influence, par une augmentation du nombre des globules et de la capacité respiratoire du sang. Ces deux phénomènes, le plus souvent corrélatifs l'un de l'autre, ne sont cependant pas indissolublement liés et peuvent se produire l'un sans l'autre, ainsi que je l'ai indiqué dans une Communication antérieure.

» Est-il possible maintenant d'appliquer au traitement de certaines maladies, telles que les diverses anémies, la neurasthénie, les dyspepsies, cette remarquable action *hématogène* du séjour aux grandes altitudes? Je n'oserais l'affirmer dans tous les cas. Pour les altitudes moyennes, de 600^{m} à 1600^{m}, il n'y a pas de doutes sur leurs bons effets, d'ailleurs dus à des causes très complexes, parmi lesquelles l'élément *altitude* joue peut-être le moindre rôle. Pour les grandes altitudes (au-dessus de 2000^{m}) il faut distinguer : si la fonction hématopoiétique, quoique languissante, n'est pas trop gravement troublée, nul doute que sous l'influence momentanément perturbatrice de la raréfaction de l'oxygène, elle ne subisse un coup de fouet qui la fera sortir de sa torpeur en agissant en quelque sorte sur elle comme agissait la saignée qu'on appliquait anciennement, quelquefois avec de bons résultats, au traitement de l'anémie. Ce sera en quelque

sorte une saignée interne, une saignée sans effusion de sang. Mais l'observation montre que l'accoutumance de ces malades est pénible. L'emploi de la cure d'*altitude*, pour la distinguer de la simple cure de *montagne*, reste donc délicat.

» Les dyspeptiques sans lésions graves, les neurasthéniques déprimés, les candidats à la tuberculose, et même les tuberculeux commençants, dont la fonction hématopoiétique, opprimée souvent par une hygiène vicieuse, est encore pleine de ressort, pourront en retirer le plus grand profit et souvent même la guérison. Mais leur séjour sur les hauts lieux devra être de longue durée, et leur organisme devra prendre en quelque sorte de nouvelles habitudes de nutrition. Car, ainsi que je l'ai constaté sur moi-même, le bénéfice de l'hyperglobulie et de l'augmentation de la capacité respiratoire du sang paraît se perdre, par le retour aux bas niveaux, aussi vite qu'il a été acquis, lorsque son acquisition n'a pas été rendue définitive par un long séjour dans les altitudes. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Abolition persistante de la fonction chromogène du* Bacillus pyocyaneus. Note de MM. **Charrin** et **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« De même que la virulence, la fonction chromogène est essentiellement variable suivant les conditions physiques et biologiques dans lesquelles végètent les microbes qui la possèdent. Aussi plusieurs expérimentateurs, sur divers microbes, ont cherché à modifier ou à faire disparaître cette propriété de sécréter de la couleur. C'est ainsi que M. Bouchard sur le *Bacille fluorescent* de l'intestin, MM. Charrin et Roger sur le *B. pyocyaneus*, M. Wasserzug sur le même Bacille, MM. Rodet et Courmont sur le *Staphylococcus aureus*, M. Schottelius sur le *B. prodigiosus* et récemment M. Gessard sur le *B. pyocyaneus*, ont réussi à suspendre d'une manière plus ou moins durable la fonction chromogène. Ils n'ont obtenu, en effet, qu'une suspension momentanée; dès que le microbe a été replacé dans des conditions favorables, il a recouvré ses propriétés primitives. La fonction chromogène n'a donc pas été détruite. Malgré l'insuccès relatif de ces tentatives, nous avons entrepris, dans le même but, de nouvelles expériences et nous sommes arrivés à des résultats tout à fait concluants.

» Parmi les conditions physiques qui entravent la sécrétion de matière

colorante chez le *Bacillus pyocyaneus,* il en est une, non encore étudiée, à notre connaissance, qui favorise éminemment la disparition de la propriété chromogène : c'est la culture à une température élevée voisine de 43°. A cette température, en effet, les cultures du *Bacillus pyocyaneus* prolifèrent abondamment, mais ne donnent plus ni couleur ni l'odeur caractéristique.

» Si on les réensemence avant que la végétabilité du microbe soit trop fortement amoindrie et qu'on les replace à une température eugénésique, elles récupèrent leurs caractères normaux. Il n'en est plus de même quand on a cultivé le microbe à la température de 42°, 5 pendant plusieurs générations successives. Dans ce cas, les modifications acquises se transmettent héréditairement et persistent dans les cultures filles placées dans les conditions les plus favorables de température et de milieu. Ces faits constatés, nous avons cherché à obtenir, d'une façon méthodique, une race de *Bac. pyocyaneus* sans couleur, dont la fixité fût réelle et durable. Voici comment l'expérience a été exécutée.

» Avec une semence de *Bac. pyocyaneus*, douée de toutes ses propriétés virulentes et chromogènes, on fait, dans du bouillon de veau non peptonisé, une première culture à la température de 42°, 5. Au bout de cinq jours, cette dernière est réensemencée dans deux matras, dont l'un est laissé à la température de 42°, 5 et l'autre placé dans l'étuve à 30°. La culture à 42°, 5 sert à deux nouveaux ensemencements, et ainsi de suite. Les premières cultures à 30°, ainsi obtenues après chauffage de la semence, ne sont pas sensiblement modifiées ni dans leurs caractères végétatifs, ni dans leur virulence. La couleur et l'odeur des cultures apparaissent sans changement et sans retards apparents. Mais à la quatrième génération, après chauffage à 42°, 5, les cultures filles replacées à la température eugénésique ont subi des modifications importantes. La coloration et l'odeur ont disparu et la culture en milieux propices (sérum, bouillon peptonisé, agar peptonisé, glycériné, sucré) a été impuissante à faire réapparaître ces caractères. Toutefois, cette modification est loin d'être complète et définitive. Un seul passage à travers l'organisme du lapin a suffi pour rendre au microbe ses propriétés caractéristiques.

» *Expérience.* — Le 3 juin 1892, on inocule dans la veine de l'oreille d'un lapin 4^{cc} d'une culture pyocyanique décolorée (*provenant de la quatrième génération après chauffage à* 42°, 5). L'animal meurt le 1er juin. Piqueté hémorragique de deux ganglions de l'intestin. On ensemence le rein et un ganglion. Le 3, les cultures présentent une belle coloration, qui augmente encore le 5. Peut-être léger retard dans son apparition.

» S'il est vrai que, par hérédité, les modifications imprimées par la chaleur deviennent de plus en plus complètes et stables, à mesure que le nombre des générations successives augmente, on devait nécessairement obtenir des cultures décolorées à un degré tel, que le retour à la coloration fût impossible même après des inoculations en série. C'est en effet ce qui a lieu, comme on va le voir.

» *Expérience.* — Le 3 juin 1892, on injecte, dans la veine de l'oreille d'un *lapin nº 1*, 3^{cc} d'une nouvelle culture pyocyanique décolorée (*provenant de la sixième génération, après chauffage à 42°,5*). L'animal meurt le 4 juin avec de la diarrhée et de l'albuminurie. On ensemence le rein : *la culture reste incolore.* — Le 7 juin, on inocule 2^{cc},5 de cette culture demeurée incolore à un *lapin nº 2*, qui meurt le 9 avec de la diarrhée et de l'albuminurie; hémorragie caractéristique dans les parois du cœcum. On ensemence le rein. *Les cultures des lapins 1 et 2 restent incolores.*

» Le 14 juin, on inocule les cultures du lapin nº 2 à un *cobaye,* qui meurt le 18. On sème le rein sur agar peptonisé et dans le sérum de lapin. Le 21 juin, ces cultures sont actives, *mais ne renferment pas de pigment.*

» Le 15 juin, une grenouille est inoculée avec les cultures du lapin nº 2; elle résiste, et le 18 juin on fait des cultures avec l'œdème sous-cutané : *ces cultures restent incolores* (1). Le 22 juin, on injecte à une grenouille la culture du rein du cobaye mort le 18 juin (2^{cc},5 de culture en sérum). *Des cultures faites avec l'œdème de cette grenouille restent également incolores.*

» Pour démontrer que ces cultures décolorées sont bien dues au *B. pyocyaneus*, il suffit d'indiquer les symptômes et les lésions engendrés par l'inoculation aux animaux. En outre, nous avons fait six séries de cultures parallèles dans des conditions absolument identiques, et toujours nous avons obtenu la même marche et les mêmes résultats. La meilleure démonstration serait de revenir à la production du pigment, comme l'ont fait les auteurs qui nous ont précédés. Mais ce retour est en contradiction avec le fond même de la question. Il ne peut être utilisé que dans les modifications passagères.

» De toutes ces expériences, il ressort clairement que, sous l'influence de la chaleur et de l'air, la fonction chromogène du *B. pyocyaneus* peut être détruite d'une manière durable, et que les circonstances reconnues jusqu'ici comme les plus favorables à la sécrétion de la matière colorante ont été impuissantes à faire renaître cette fonction. Faut-il en conclure que cette modification est permanente, définitive? Assurément non. Peut-

---

(1) Nous savons que, chez la grenouille, le bacille pyocyanique paraît acquérir à un degré très élevé sa propriété chromogène.

être, par des moyens mieux appropriés, réussira-t-on à remonter en sens inverse l'échelle des modifications et à restituer au microbe qui l'a perdue sa fonction chromogène. En attendant, nous avons franchi une nouvelle limite dans l'étude de la variabilité des espèces en microbiologie. C'est là un nouvel exemple du danger des déterminations basées sur un seul caractère, eût-il l'apparence d'un caractère des plus importants. »

M. **Franz Lesskanne** adresse à l'Académie un Mémoire sur divers sujets de Mathématiques.

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Oppolzer*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 36,

M. Auwers obtient	 31	suffrages.
M. Dunèr »	 2	»
M. Darwin »	 2	»
M. Christie »	 1	»

M. **Auwers**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de *Sir George Airy*.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques et trois Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques. Le Président en exercice en fait partie de droit.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. Bertrand, Hermite, Tisserand;

Pour les Sections de Sciences physiques : MM. Berthelot, Milne-Edwards, Daubrée.

En conséquence, la Commission se composera de M. **d'Abbadie**, Président en exercice, et de MM. **Bertrand, Hermite, Tisserand, Berthelot, Milne-Edwards, Daubrée.**

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 juin 1892.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture par M. P.-P. Dehérain. Tome XVIII, n° 6. Paris, G. Masson, 1892; 1 fasc. in-8°.

Le rôle de l'eau dans les cylindres à vapeur, par L. Anspach. Bruxelles, 1892; br. in-8°.

Météorologie du département de la Somme, par H. Duchaussoy. Amiens, Piteux frères, 1892; br. in-8°.

Contribution à l'étude physiologique et thérapeutique des Rhamnées. — Cascara sagrada. — Cascarine, par le Dr Laffont. Paris, Melzer, 1892.

Cartes de France au $\frac{1}{200000}$, *d'Afrique au* $\frac{1}{2000000}$ *et de la Tunisie au* $\frac{1}{200000}$, *en couleurs,* publiées par le Ministère de la Guerre.

Comptes rendus des séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale, réunie à Florence du 8 *au* 17 *octobre* 1891, rédigés par le Secrétaire perpétuel A. Hirsch. Berlin, 1892; 1 vol. in-4°.

FIN DU TOME CENT-QUATORZIÈME.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. Bertrand, Hermite, Tisserand;

Pour les Sections de Sciences physiques : MM. Berthelot, Milne-Edwards, Daubrée.

En conséquence, la Commission se composera de M. d'Abbadie, Président en exercice, et de MM. Bertrand, Hermite, Tisserand, Berthelot, Milne-Edwards, Daubrée.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 juin 1892.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture par M. P.-P. Dehérain. Tome XVIII, n° 6. Paris, G. Masson, 1892; 1 fasc. in-8°.

Le rôle de l'eau dans les cylindres à vapeur, par L. Asseman. Bruxelles, 1892; br. in-8°.

Météorologie du département de la Somme, par H. Duchaussoy. Amiens, Piteux frères, 1892; br. in-8°.

Contribution à l'étude physiologique et thérapeutique des Blennorrhées. — Urèthre antérieur. — Gonorrhée, par le Dr Lavaux. Paris, Maloine, 1892.

Cartes de France au $\frac{1}{50000}$, d'Afrique au $\frac{1}{200000}$ et de la Tunisie au $\frac{1}{200000}$ en couleurs, publiées par le Ministère de la Guerre.

Comptes rendus des séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale, réunie à Florence du 8 au 17 octobre 1891, rédigés par le Secrétaire perpétuel A. Hirsch. Berlin, 1892; 1 vol. in-4°.

FIN DU TOME CENT QUATORZIÈME.